

# **Fauna de abelhas nativas de duas áreas de restinga do Parque Estadual de Itaúnas, Espírito Santo, Brasil**

**Ana Luiza Morati Receputi**

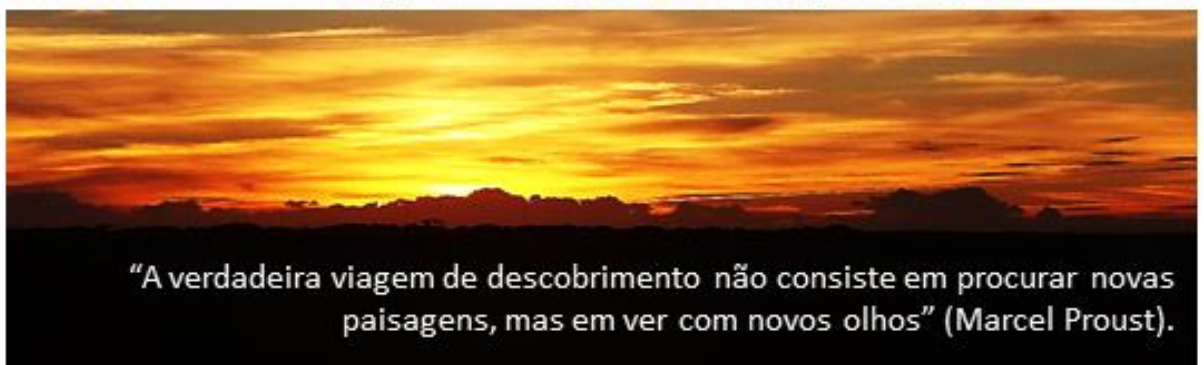
**Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical**

**Universidade Federal do Espírito Santo**

**Centro Universitário Norte do Espírito Santo**

**Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical**

**São Mateus, Março de 2015**



"A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ver com novos olhos" (Marcel Proust).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda a força e sabedoria concedidas a mim durante esses anos que já somam 6,5 entre graduação e mestrado, ufa! Mais uma etapa! (E que venha a próxima).

Aos meus pais, Rita e Edmar, por todo apoio sempre, pela paciência com uma filha ainda considerada estudante. Nunca deixaram de me dar suporte para o que muitos ainda não enxergam a importância e consideram até loucura.

À minha irmã, Maria, por quebrar muitos galhos e estar sempre à disposição (mesmo reclamando em alguns momentos) rs.

À Tia Sônia, o que seria de minha formação intelectual sem a Tia Sônia?! Difícil saber. Obrigada por todas as horas, meses, anos dedicados a mim.

À minha família, difícil agradecer a um por um aqui, afinal de contas, são pelo menos 20 tios, 22 primos, minha vizinha e tenho certeza que alguém ficou fora da contagem. Muito obrigada a todos pelos ótimos momentos em família.

Vander Calmon Tosta, obrigada por todo apoio, orientação, pelos bons papos sobre assuntos diversos, pelas caronas. Por sempre transparecer tranquilidade e compartilhar conhecimento.

Luiz Roberto Ribeiro Faria Junior, vulgo, Nuno. Muito obrigada por toda a atenção, acolhimento, ensinamentos, dicas, conselhos. Obrigada por aceitar o desafio de uma co-orientação à distância e fazer isso com tanto cuidado. Paro para pensar e fico triste por não ter tido aulas com você, adoraria! Rs

Não posso deixar de agradecer à Elaine pelo acolhimento, solicitude nos passeios por Curitiba e Foz, por me apresentar uma das novas sete maravilhas do mundo, as Cataratas, passeio inesquecível. E claro, tenho que agradecer a Loreninha, pelas boas risadas e divertimento, criança sensacional. Adorei brincar de casinha e ser sua boneca por uns dias. Rs

Tenho que agradecer muito ao Judson, ao Pablo e ao Bruno pela ajuda em campo. Por compartilharem comigo momentos de satisfação, surpresas e muito, mas muito cansaço. Andar de calça e tênis na areia definitivamente não é fácil.

Agradeço ao Judson também, pela ajuda na confecção das armadilhas e pelas dicas.

Professor Anderson, muito obrigada por toda a atenção sempre, dicas, pelas dúvidas esclarecidas e pela apresentação das áreas em que o estudo foi realizado.

Obrigada professor Luiz Fernando pelas dicas e por me emprestar a estufa do LERMA para secar meus bichos.

Professor Diego Hoffman, obrigada pela supervisão no estágio em docência e por todas as dúvidas esclarecidas.

Gustavo Braga, gestor do Parque Estadual de Itaúnas, obrigada por permitir a execução do trabalho, pela atenção e confiança.

Agradeço a todos os funcionários do Parque pela confiança e gentileza.

Grande Fernando Amaral da Silveira, muito obrigada pela identificação dos bichos, pela paciência, dedicação e ainda, por aceitar fazer parte de minha banca.

Fernando Zanella, obrigada pela identificação dos Halictidae, familinha complicada.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação. Obrigada por todos os ensinamentos.

Muito obrigada Luana, Livia e Georgia, por me proporcionarem momentos de muitas risadas e diversão. Obrigada Luana por me apresentar às duas cadelas mais loucas que já conheci, Fiona e Madona, responsáveis por muitas gargalhadas e sustos também. Rs

Kamyla e Maria Paula, obrigada pelos bons papos e claro, muitos risos.

Thais de Sá, como não te agradecer?! Você foi e é responsável por mmmmmmmmmuitas de minhas risadas, é mãe do Mozart, o cachorro mais humanizado e de personalidade forte..rs, você é responsável por grande parte da estética do trabalho, o que seria de minhas imagens sem o seu olhar de arquiteta? Rs Muito obrigada, por tudo, tudinho!

Ao IEMA pela licença de coleta.

À Coordenação de Aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa disponibilizada.

Espero não ter esquecido ninguém! E caso tenha esquecido, você já sabe que foi importante para a concretização de todo este trabalho.

Obrigada!!

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 1 Fauna de abelhas nativas de duas áreas de restinga do Parque Estadual de Itaúnas, ES - Brasil.....</b>	<b>21</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>22</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
2.1 Objetivo geral .....	25
2.2 Objetivos específicos .....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1 Áreas de Estudo .....	26
3.2 Amostragens e identificação .....	32
3.3 Análises dos dados.....	33
3.3.1 Riqueza e equabilidade.....	33
3.3.2 Diversidade.....	34
3.4 Comparações das faunas de abelhas nativas .....	34
3.4.1 Banco de dados.....	34
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
4.1 Comparação entre as composições das faunas de abelhas nativas das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas .....	38
4.2 Comparação entre as riquezas e equabilidades das faunas de abelhas nativas das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas. ....	44
4.3 Comparação entre as diversidades das faunas de abelhas nativas das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas .....	45
4.4 Comparações entre as faunas de abelhas nativas do Parque Estadual de Itaúnas com outras áreas .....	46

4.4.1 Comparação das riquezas e equabilidades das faunas de abelhas nativas do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outras áreas .....	46
4.4.2 Comparação das composições das faunas de abelhas nativas do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outros locais.....	50
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
5.1 A composição, riqueza e diversidade da fauna de abelhas nativas em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes? .....	54
5.2 Estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, àquelas de formações mais abertas ou de formações florestais?.....	57
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO 2 Fauna de Euglossina de duas áreas de restinga do Parque Estadual de Itaúnas, ES – Brasil .....</b>	<b>72</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>73</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>74</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>77</b>
2.1 Objetivo geral .....	77
2.2 Objetivos específicos .....	77
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>77</b>
3.1 Áreas de Estudo .....	77
3.2 Amostragens e identificação .....	77
3.3 Análise dos dados .....	80
3.3.1 Riqueza e equabilidade.....	80
3.3.2 Diversidade.....	81
3.4 Comparações das faunas de Euglossina.....	81
3.4.1 Banco de dados.....	81
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>86</b>

4.1 Comparação entre as composições das faunas de Euglossina das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas .....	86
4.2 Comparação entre as riquezas e equabilidades das faunas de Euglossina das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas. ....	90
4.3 Comparação entre as diversidades das faunas de Euglossina das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas .....	91
4.4 Comparações entre as faunas de Euglossina do Parque Estadual de Itaúnas com outras áreas .....	92
4.4.1 Comparação das riquezas das faunas de Euglossina do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outras áreas .....	92
4.4.2 Comparação das composições das faunas de Euglossina do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outros locais.....	93
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>96</b>
5.1 As composições, riquezas e diversidades das faunas de Euglossina em restinga herbácea-arbustiva e florestal são diferentes? .....	96
5.2 Estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, as faunas de formações mais abertas ou de formações mais fechadas? .....	100
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>105</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>106</b>



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1:</b> Trabalhos selecionados para as análises deste estudo. RE= Riqueza de espécies observada. RE*= Riqueza de espécies estimada em uma amostra aleatória de 300 indivíduos. Aspecto= Característica da vegetação. **Os dois últimos trabalhos da Tabela não foram utilizados nas análises de rarefação, SCPA, por não apresentar valor de espécies que foram coletadas com o uso de rede entomológica e PRCU por não apresentar lista de espécies. ....	35
<b>Tabela 2:</b> Número de indivíduos das espécies de abelhas coletadas com rede entomológica na Trilha Almésçar e na Trilha Buraco do Bicho, Parque Estadual de Itaúnas (ES), no período de novembro de 2013 a agosto de 2014. ....	38
<b>Tabela 3:</b> Número de espécies e indivíduos (e suas respectivas porcentagens), por família na Trilha Buraco do Bicho e na Trilha Almésçar, no Parque Estadual de Itaúnas, ES.....	41
<b>Tabela 4:</b> Valores de p para comparações entre os valores de similaridade das áreas do Parque Estadual de Itaúnas com as áreas abertas e fechadas dos trabalhos selecionados.....	51

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1:</b> Trabalhos selecionados para as análises deste estudo. A= Armadilha; R= Rede; RE= Riqueza de espécies. RE*= Riqueza de espécies estimada em uma amostra aleatória de 120 indivíduos. *Locais em que o tamanho específico da área de estudo não foi informado. ? Altitude não informada. ?? Área não informada. **Não foi utilizado na análise de rarefação por ter sido realizado em vários ambientes com características muito diferentes.....	82
<b>Tabela 2:</b> Distribuição do número de espécies e indivíduos por gênero nas duas trilhas amostradas no Parque Estadual de Itaúnas, ES.....	86
<b>Tabela 3:</b> Registro de espécies por trilha no Parque Estadual de Itaúnas, ES.....	87
<b>Tabela 4:</b> Número de indivíduos coletados no Parque Estadual de Itaúnas de acordo com as trilhas e os compostos aromáticos utilizados. EU= Eucaliptol; EG= Eugenol; BI= $\beta$ -Ionona; VN= Vanilina; CM= Cinamato de Metila; SM= Salicilato de Metila; AB= Acetato de Benzila.....	89



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1:** Localização do Parque Estadual de Itaúnas, no município de Conceição da Barra, Espírito Santo. Localização dos pontos de coleta dentro do Parque, pontos vermelhos. Fonte: Instituto de Defesa Agropecuária do Espírito Santo (IDAF), 2015. ....27
- Figura 2:** Localização das Trilhas dentro do Parque Estadual de Itaúnas, Conceição da Barra, ES. Fonte: Instituto de Defesa Agropecuária do Espírito Santo (IDAF), 2015.....28
- Figura 3:** Trilha Alméscar (TA), PEI. a) Floresta de Restinga. b) *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Almescla) com resina. c, d, e, f) Trechos da trilha no interior da floresta. g) Trecho da trilha entre fragmentos. ....30
- Figura 4:** Trilha Buraco do Bicho (TBB), PEI a) Vista da formação arbustiva aberta não inundável, seguida de área inundável paralela a trilha e ao fundo formação florestal. b) Vegetação herbáceo-arbustiva da formação arbustiva aberta não inundável. c, d, e) Vegetação arbustiva fechada não inundável. ....32
- Figura 5:** Número de indivíduos por tribo coletados na Trilha Alméscar.....41
- Figura 6:** Número de indivíduos por tribo coletados na Trilha Buraco do Bicho.....42
- Figura 7:** Abundância dos gêneros mais representativos de cada trilha. Números nas barras representam a abundância. TA: Trilha Alméscar. TBB: Trilha Buraco do Bicho. ....43
- Figura 8:** Comparação da abundância entre as espécies que predominaram em cada Trilha. TA (Trilha Alméscar): *Trigona* cfr. *braueri*; TBB (Trilha Buraco do Bicho): *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria*. ....44
- Figura 9:** Importância das espécies (Rank-abundance plot, Whittaker 1965) de acordo com a abundância relativa em escala logarítmica, de abelhas coletadas entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas. TA: Trilha Alméscar. TBB: Trilha Buraco do Bicho. ....45
- Figura 10:** Perfil de diversidade para a comparação entre a diversidade de abelhas coletadas entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas. TA: Trilha Alméscar. TBB: Trilha Buraco do Bicho. ....46
- Figura 11:** Representação da estimativa de riqueza de espécies em sub-amostras de 300 indivíduos nos levantamentos realizados nas diferentes fisionomias. Números ordenados de acordo com os trabalhos da Tabela 1. As barras nos pontos representam os intervalos de confiança a 95%.....47

<b>Figura 12:</b> Correlação entre as estimativas de riqueza em sub-amostras de 300 e 400 indivíduos. ....	48
<b>Figura 13:</b> Correlação entre a riqueza de gêneros e a riqueza de espécies nos levantamentos realizados nas diferentes regiões do Brasil. ....	49
<b>Figura 14:</b> Relação entre riqueza de espécies e equabilidade das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas e dos levantamentos realizados nas diferentes regiões do Brasil. ....	50
<b>Figura 15:</b> Gráfico da análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). <i>Stress</i> = 0,205. Vermelhos representam áreas abertas, verdes representam áreas fechadas e azuis representam as áreas do Parque Estadual de Itaúnas. Códigos de acordo com a Tabela 1. ....	52
<b>Figura 16:</b> Regressão linear (OLS) entre os valores do eixo 1 do NMDS e a riqueza de gêneros dos levantamentos nas diferentes regiões do Brasil. ....	53
<b>Figura 17:</b> Regressão linear (OLS) entre os valores do eixo 1 do NMDS e a riqueza de espécies dos levantamentos nas diferentes regiões do Brasil. ....	53

## CAPÍTULO 2

<b>Figura 1:</b> Representação esquemática da armadilha utilizada para a captura dos machos de <i>Euglossina</i> . ....	78
<b>Figura 2:</b> Disposição dos pontos de coleta ao longo das trilhas, com marcação do início e fim de ambas. Indicadores amarelos representam o início e os vermelhos o fim da trilha. a) Trilha Almésçar. b) Trilha Buraco do Bicho. Modificada do Google Earth 2014. ....	80
<b>Figura 3:</b> Abundância de indivíduos das cinco espécies mais abundantes em cada área. Números nas barras representam a abundância. ....	88
<b>Figura 4:</b> Importância das espécies (Rank-abundance plot, Whittaker 1965) de acordo com a abundância relativa em escala logarítmica, dos machos de <i>Euglossina</i> coletados entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas. ....	90
<b>Figura 5:</b> Perfil de diversidade para a comparação entre a diversidade dos machos de <i>Euglossina</i> coletados entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas, ES. ....	91
<b>Figura 6:</b> Representação da estimativa de riqueza de espécies em sub-amostras de 120 indivíduos nos levantamentos realizados nos diferentes locais, com o uso de rede ou armadilhas. ....	

Números ordenados de acordo com os trabalhos da Tabela 1. As barras nos pontos representam os intervalos de confiança a 95%.....	93
<b>Figura 7:</b> Gráfico da análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). <i>Stress</i> = 0,162. Códigos de acordo com a Tabela 1.....	94
<b>Figura 8:</b> Regressão linear (OLS) entre os valores do eixo 1 do NMDS e a) riqueza de espécies, b) proporção de indivíduos de <i>Eulaema nigrita</i> , <i>Eulaema cingulata</i> e <i>Euglossa cordata</i> , c) altitude, d) área do fragmento, dos diferentes levantamentos.....	96

## RESUMO

Dois estudos foram realizados nesta dissertação: uma avaliação da riqueza, diversidade e composição da fauna de abelhas nativas de uma área de restinga herbáceo-arbustiva e de uma área de restinga florestal do Parque Estadual de Itaúnas, Espírito Santo, Brasil, e uma avaliação da riqueza, diversidade e composição da fauna de Euglossina das duas mesmas áreas. Em ambos os casos objetivou-se responder a duas perguntas diretamente relacionadas, 1) as composições, riquezas e diversidades das faunas de abelhas nativas e das faunas de Euglossinas, em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes? 2) estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, àquelas de formações mais abertas ou de formações florestais? Foram realizadas coletas mensais de novembro de 2013 a agosto de 2014, com o uso de rede entomológica para a coleta de abelhas sobre flores e em voo, e armadilhas de garrafa *pet* para a captura de machos de Euglossina. Foram amostrados 2.448 indivíduos, pertencentes a 71 espécies nas duas áreas. Deste total, 300 indivíduos pertencentes a 45 espécies foram coletados na restinga florestal e 486 indivíduos pertencentes a 40 espécies foram coletados na restinga herbáceo-arbustiva, com o uso de rede entomológica. Para Euglossina, 838 machos pertencentes a 17 espécies foram coletados na restinga florestal e 824 machos pertencentes a 12 espécies foram coletados na restinga herbáceo-arbustiva. Os resultados mostraram que em ambos os casos, a composição das duas áreas foi diferente e a riqueza e a diversidade foram maiores na restinga florestal. Para a fauna de abelhas nativas, considerando a riqueza de espécies e composição, as faunas do Parque Estadual de Itaúnas foram mais similares às faunas de locais com formações abertas e/ou alterados e com características severas. A fauna de Euglossina das duas áreas foram caracterizadas pela presença de espécies com alta plasticidade com relação à presença em locais com diferentes estruturas de vegetação, espécies aparentemente associadas a ambientes abertos e/ou de borda e, no caso da restinga florestal, foi caracterizada pela presença de espécies com maior associação a áreas fechadas e ambientes florestais bem preservados, e a predição original de que a fauna da restinga florestal fosse mais próxima a de outras áreas de vegetação mais fechada enquanto, a fauna da restinga herbáceo-arbustiva fosse mais próxima de áreas mais abertas não foi totalmente confirmada.

Palavras-chave: Herbáceo-arbustiva, florestal, apifauna, Euglossina, levantamento.

## **ABSTRACT**

Two studies were carried out in this dissertation: (i) the inventory of the native bee fauna (regarding species richness, diversity and composition) in forestal and herbaceous/shrubby restinga at the Parque Estadual de Itaúnas, Espírito Santo, Brasil, and (ii) the inventory of orchid-bee fauna (also comprising species richness, diversity and composition) in the same areas. Both studies aimed at answering two directly related questions: 1) Are the composition, richness and diversity of native bee and orchid-bee faunas in forest and herbaceous/shrubby restinga different? 2) Are these faunas more related, respectively, to forest formations or to open formations? Sampling was carried out monthly from November/2013 to August/2014, using traps to attract male orchid-bees and hand nets to collect bees in general on flowers. In both areas 2.448 individuals were sampled, belonging to 71 species. From these, 300 individuals belonging to 45 species were sampled in the forest resting, and 486 individuals belonging to 40 species were sampled in the herbaceous/shrubby resting, using hand nets. Regarding orchid-bees, 838 males belonging to 17 species were sampled in the forest resting, and 824 males belonging to 12 species were sampled in the herbaceous/shrubby restinga. Results suggest that in both cases, the species compositions of the two areas are different and richness and diversity were greater in forest restinga areas. As for the native bees fauna, considering species richness and composition, the faunas of the Parque Estadual de Itaúnas were more similar to open formation and/or modified areas and with severe characteristics. The orchid-bee faunas from both areas were characterized by the presence of species with high plasticity, related to their presence in locations with different vegetation structure, species that are apparently associated with open and/or edge environments and, in the forest restinga, the fauna was also characterized by the presence of species with greater association with forests and preserved environments. The original prediction that the restinga forest fauna would be more related to forest areas while that of the herbaceous/shrubby would be more related to those of open areas was not totally confirmed.

Key-words: herbaceous/shrubby, forest, bee's fauna, orchid-bees, survey

## INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo do litoral brasileiro, entre os Estados do Amapá e Rio Grande do Sul, são encontradas planícies arenosas formadas por sedimentos terciários e quaternários, depositados em ambientes marinho, continental ou transicional, muitas vezes associados à desembocadura de grandes rios (Villwock, 1994). A formação dessas planícies arenosas está relacionada principalmente às flutuações do nível do mar, ocorridas durante o quaternário, juntamente com as modificações climáticas ocorridas no mesmo período (Suguio *et al.*, 1985).

A vegetação sobre esses depósitos arenosos assentados tanto no Pleistoceno quanto no Holoceno tem sido denominada de restinga (Suguio & Tessler, 1984). Este tipo de vegetação, que se estende por cerca de 79% do litoral brasileiro, é formado por mosaicos vegetacionais distintos, sob influência marinha e flúvio-marinha, apresentando desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, com densidade bastante variada, chegando a florestas cujo dossel varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20 metros. Sua complexidade aumenta na medida em que estão mais distantes do oceano, devido às variações dos fatores ambientais (Lacerda *et al.*, 1993; Silva, 1999).

O uso de termos como “complexos” ou “mosaicos” para referir-se à restinga evidencia sua natureza heterogênea, tanto florística como estruturalmente, com formações distintas relativamente próximas espacialmente (Silva, 1999).

De uma maneira geral, a flora da restinga tem origem na Mata Atlântica e é geologicamente recente, sendo que o ambiente está exposto a soterramento pela areia, frequência do vento, falta de água ou alagamento, alta salinidade, pobreza de nutrientes no solo, excesso de calor e luminosidade (Rizzini, 1997).

Entre as diferentes formações vegetais existentes nas restingas, estão as formações florestais, que apresentam fisionomia, estrutura e composição florística diferenciada em relação a outras fisionomias de restinga, e recebem diferentes denominações como: mata seca, mata de Myrtaceae, mata arenosa, floresta arenícola costeira, floresta arenosa litorânea, ou simplesmente mata ou floresta de restinga (Assis *et al.*, 2004).

A restinga, no Espírito Santo, tem continuidade na maior extensão da costa, no sentido oeste, com terrenos do tabuleiro, onde ocorre a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Velooso *et al.*, 1991). Considerando que os tabuleiros estão justapostos à restinga ao longo da costa do Espírito Santo, é esperado que esta formação sobre terrenos do terciário seja um dos principais contribuintes para a composição florística da restinga (Pereira, 2007). A floresta de

Tabuleiro, instalada sobre sedimentos da Formação Barreiras, recebe essa denominação devido à topografia da região apresentar-se plana por grandes extensões, não atingindo altitudes superiores a 200 metros (Rizzini, 1979).

Ligações pretéritas entre a Floresta Amazônica e a Floresta de Tabuleiro podem ter influenciado na composição das restingas do norte do Espírito Santo. Aparentemente, essas restingas possuem ligação mais forte com a Amazônia que as restingas fluminenses, por exemplo, justamente pela presença na Hileia Baiana contígua às restingas capixabas, de elementos típicos da Floresta Amazônica (Araújo, 2000).

A fauna ocorrente nas restingas brasileiras, de forma geral, quando comparada às de outros biomas, está relativamente pouco estudada. Quanto aos insetos, trabalhos de levantamento faunístico envolvendo as várias ordens do grupo são muito escassos (Silva, 1999).

Ao analisar 46 levantamentos da fauna de abelhas realizados no Brasil Pinheiro-Machado *et al.*, (2002) concluíram que 27,8% dos inventários foram realizados no Cerrado, 24,1% na Mata Atlântica, 31,5% em Floresta Temperada, 13% nos Campos temperados do Sul e 3,7% na Caatinga.

Para restingas e áreas litorâneas, levantamentos da fauna de abelhas são ainda reduzidos (Viana & Alves-dos-Santos, 2002), podendo ser citados os estudos realizados por Zanella (1991), Alves-dos-Santos (1999), Schwartz-Filho & Laroca (1999), Madeira-da-Silva & Martins (2003), Viana & Kleinert (2005), Albuquerque *et al.*, (2007), Oliveira *et al.*, (2010) e Kamke *et al.*, (2011).

Áreas de alta diversidade, como alguns locais da Floresta Amazônica, Pantanal e a Mata Atlântica entre o Rio de Janeiro e o Espírito Santo, ainda aparecem como lacunas de conhecimento (Pinheiro-Machado *et al.*, 2002).

No Espírito Santo, a apifauna foi amostrada, de maneira geral, de forma esporádica e pontual, sendo escassos levantamentos de longo prazo. No norte e região serrana do Estado, Gonçalves e Brandão (2008), coletaram nos municípios de Linhares e Santa Teresa. Vale destacar a longa permanência de Claudionor Elias no Estado no início da década de 70, que fez coletas intensivas de abelhas na região norte. Embora seu trabalho não tenha sido publicado na forma de inventário, as abelhas coletadas por ele têm sido incluídas em inúmeros trabalhos taxonômicos e fornecem suporte ao conhecimento da fauna regional (Fernando Silveira, comunicação pessoal). Em se tratando da fauna de Euglossina, levantamentos foram realizados por Bonilla-Gómez (1999), Nemésio (2011; 2013) e Coswosk *et al.*, (em preparação), também na região norte, e para a região serrana pode ser citado o trabalho de Buys *et al.*, (2013).



No caso particular do Parque Estadual de Itaúnas (PEI), uma das 16 unidades de conservação (UC) do Espírito Santo, e local do presente estudo, trabalhos envolvendo a fauna de abelhas nunca haviam sido realizados. O PEI possui área aproximada de 3.481 ha, é constituído por mata de tabuleiro, dunas, ambientes estuarinos de mangues, um trecho significativo do rio Itaúnas, área representativa de alagados e diferentes fisionomias de restinga, que variam de formações herbáceas, passando por formações arbustivas, chegando a formações florestais (IEMA, 2014). Na maioria dos habitats, as comunidades vegetais são responsáveis pela estrutura física do ambiente, e assim, têm uma influência considerável sobre as distribuições e interações de espécies animais. Habitats estruturalmente mais complexos podem fornecer mais nichos e diversas formas de exploração dos recursos ambientais e, conseqüentemente, sustentar uma maior diversidade de espécies (MacArthur & MacArthur, 1961).

Os variados ambientes existentes no Parque Estadual de Itaúnas, aliados à diversidade de espécies vegetais, colocam a UC como local de extrema importância para a manutenção de uma fauna expressiva. No parque já foram registradas mais de 414 espécies vegetais, 43 de mamíferos, 183 de aves, 32 de répteis, 29 de anfíbios e 101 de peixes. Para a classe Insecta, apenas três trabalhos foram realizados no parque, um relacionado à Coenagrionidae (Odonata), um envolvendo Chalcididae (Hymenoptera) (IEMA, 2014), e o terceiro relacionado ao gênero invasor *Cloeon* (Ephemeroptera).

Alguns fatores fazem com que este estudo tenha a sua importância aumentada, entre eles: (i) o Espírito Santo é um estado em que a Mata Atlântica está altamente fragmentada (Thomaz, 2010), (ii) com lacunas de conhecimento a cerca da diversidade da fauna de abelhas nativas (Pinheiro-Machado *et al.*, 2002), em particular, a fauna do Parque Estadual de Itaúnas, (iii) com áreas de restinga devastadas de forma demasiada ao longo de anos (Thomazi *et al.*, 2013), sendo que elas representam uma extensão da distribuição de muitas espécies vegetais e animais que ocorrem em outros ecossistemas (Araújo, 2000), (iv) além de serem escassos os estudos comparativos entre a fauna das restingas com a de outras formações vegetais (Vasconcellos *et al.*, 2005).

Diante disso, os objetivos gerais deste estudo foram, i) avaliar a riqueza, diversidade e composição das faunas de abelhas nativas em duas áreas de restinga com fitofisionomias diferentes, sendo uma restinga herbáceo-arbustiva e a outra restinga florestal, no Parque Estadual de Itaúnas, município de Conceição da Barra, norte do Espírito Santo, ii) inferir se há diferença entre as faunas das duas restingas e, iii) verificar se estas faunas seriam mais próximas àquelas de formações mais abertas ou de formações florestais.

Esse trabalho está organizado em dois capítulos, em que as mesmas questões citadas acima foram respondidas, mas com enfoques diferentes. No capítulo um, são apresentados os resultados referentes à riqueza, diversidade e composição da fauna de abelhas coletadas com o auxílio de rede entomológica. No capítulo dois, são apresentados os resultados referentes à riqueza, diversidade e composição da fauna de Euglossina.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P.M.C.; CAMARGO, J.M.F. & MENDONÇA, J. A. Bee community of a Beach Dune ecosystem on Maranhão Island, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 6, p. 1005–1018, 2007.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da Mata Atlântica, restinga e dunas do Litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, n. 3/4, p. 191-223, 1999.
- ARAÚJO, D.S.D. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. 2000. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ASSIS, A.M.; PEREIRA, O.J. & THOMAZ, L.D. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 191-201, 2004.
- BONILLA-GÓMEZ, M.A. **Caracterização da Estrutura Espaço-temporal da Comunidade de Abelhas Euglossinas (Hymenoptera, Apidae) na Hiléia Bahiana**. 1999. 153 p. Tese (Doutorado) - Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- BUYS, S.C.; SCHMITTEL, A.C.; SILVA, M.F.; SOARES, R.C.; RODRIGUES, L.C.; ANTUNES, C.A.O. & LEIBÃO, J. Inventário de abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) da Estação Biológica de Santa Lúcia (Santa Teresa, ES, sudeste do Brasil), com uma lista das espécies da tribo que ocorrem no Estado do Espírito Santo. **Acta Biologica Paranaense**, v. 42, n. 3-4, p. 217-228, 2013.
- GONÇALVES, R.B.; BRANDÃO, C.R.F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, vol. 8, n. 4, p.51-61, 2008.

- IEMA-INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>. Acesso em: 14 out. 2014.
- KAMKE, R; ZILLIKENS, A. & STEINER, J. Species richness and seasonality of bees (Hymenoptera, Apoidea) in a restinga area in Santa Catarina, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, n. 1, p. 35-48, 2011.
- LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D. & MACIEL, N.C. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. In: VAN DER MAAREL, E. (Ed.). **Dry coastal ecosystems: Africa, Asia, Oceania. Amsterdam.** Elsevier, p. 477-493, 1993.
- MACARTHUR, R. H. & MACARTHUR, J.W. On bird species diversity. **Ecology**, v. 42, p. 594-598 1961.
- MADEIRA-DA-SILVA, M.C. & MARTINS, C.F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, Nordeste do Brasil: Abundância, diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 17, p. 75–90, 2003.
- NEMÉSIO, A. *Euglossa marianae* sp. n. (Hymenoptera: Apidae): a new orchid bee from the Brazilian Atlantic Forest and the possible first documented local extinction of a forest-dependent orchid bee. **Zootaxa**, v. 2892, p. 69-68, 2011.
- NEMÉSIO, A. Are orchid bees at risk? First comparative survey suggests declining populations of forest-dependent species. **Brazilian Journal Biology**, v. 73, n. 2, p. 367-374, 2013.
- OLIVEIRA, F.S.; MENDONÇA, M.W.A.; VIDIGAL, M.C.S.; RÊGO, M.M.C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p.82–90, 2010.
- PEREIRA, J.O. Diversidade e conservação das restingas do Espírito Santo. In: In: MENEZES, L.F.T.; PIRES, F.R. & PEREIRA, O.J. (Orgs.). **Ecossistemas costeiros do Espírito Santo. Conservação e Restauração.** Ed. Edufes. p. 33-49, 2007.
- PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES DOS SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P. & SILVEIRA, F.A. **Brazilian Bee Surveys: State of Knowledge, Conservation and Sustainable Use.** The Conservation Link Between Agriculture and Nature. Ministry of Environment, Brasília. p.115-129, 2002.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: Aspectos sociológicos e florísticos**, v.2. Hucitec / Edusp, São Paulo. 374p. 1979.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil.** 2 ed. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições.747p. 1997.

- SILVA, S.M. Diagnóstico das Restingas no Brasil. Departamento de Botânica-Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, 1999. Disponível em: [http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias\\_r7/PERFURACAO\\_R7/refere/Restingas.pdf](http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round7/round7/guias_r7/PERFURACAO_R7/refere/Restingas.pdf). Acesso em: 03 fev. 2014.
- SCHWARTZ-FILHO, D. & LAROCA, S. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. **Acta Biologica Paranaense**, v. 28, n. 1,2,3,4, p. 19-108, 1999.
- SUGUIU, K. & TESSLER, M.G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura, p. 15-25. In: L. D. LACERDA, D. S. D. ARAUJO, R. CERQUEIRA & B. TURCQ (eds.). In: Restingas: origem, estrutura, processos. CEUFF, Niteroi, 477 p. 1984.
- SUGUIU, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M. & AZEVEDO, A.E.G. Flutuações do nível do relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.
- THOMAZ, L.D. A Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo, Brasil: de Vasco Fernandes Coutinho ao século 21. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 27, p. 5-20, 2010.
- THOMAZI, R.D; ROCHA, R.T.; OLIVEIRA, M.V.; BRUNO, A.S. & SILVA, A.G. Um panorama da vegetação das restingas do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. **Natureza on line**, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2013.
- VASCONCELLOS, A.; MÉLO, A.C.S.; SEGUNDO, E.M.V. & BANDEIRA, A. Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro. **Iheringia**, Série Zoológica, Porto Alegre, v. 95, n. 2, p. 127-131, 2005.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHA, A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123p., 1991.
- VIANA, B.F. & ALVES-DOS-SANTOS, I. Bee Diversity of the Coastal Sand Dunes Of Brazil. In: Kevan, P. & Imperatriz Fonseca, V.L. (Eds.): **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** – Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.135-153, 2002.
- VIANA, B.F. & KLEINERT, A.M.P. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2005.
- VILLWOCK, J.A. **A costa brasileira: Geologia e Evolução**. Anais In: 3º Simpósio de Ecossistemas da costa brasileira – Subsídios a um gerenciamento ambiental, 1994.

**ZANELLA, F.C.V. Estrutura da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, Planície Litorânea Paranaense, Sul do Brasil, 1991.**  
Dissertação (Mestrado em Entomologia), Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

## **CAPÍTULO 1**

### **Fauna de abelhas nativas de duas áreas de restinga do Parque Estadual de Itaúnas, ES - Brasil**

## RESUMO

Foram realizadas coletas em uma área de restinga herbáceo-arbustiva e em uma área de restinga florestal, localizadas no Parque Estadual de Itaúnas, distrito de Itaúnas, município de Conceição da Barra, norte do Espírito Santo, com o objetivo de responder a duas perguntas diretamente relacionadas: 1) as composições, riquezas e diversidades das faunas de abelhas nativas em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes? 2) estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, àquelas de formações mais abertas ou de formações florestais? As amostragens foram realizadas em duas trilhas do Parque (uma para cada formação), as abelhas em flores e em voo foram capturadas mensalmente com auxílio de rede entomológica, de novembro de 2013 a agosto de 2014. Foi coletado um total de 786 indivíduos, pertencentes a 60 morfoespécies, distribuídas em 22 gêneros, 12 tribos e cinco famílias. Do total de espécies, 45 foram coletadas na restinga florestal e 40 na restinga herbáceo-arbustiva. A maior riqueza e diversidade foram observadas na restinga florestal. Considerando a riqueza de espécies e composição, as faunas do PEI foram mais similares às faunas de locais com formações abertas e/ou alterados e com características severas. A estruturação da fauna de abelhas que ocorre na restinga parece passar pela atuação de filtros ambientais que estabeleceriam um gradiente ambiental entre as áreas mais ricas e as áreas mais pobres (restingas herbáceo-arbustivas), e uma perda não aleatória de elementos ao longo do gradiente, que seria uma perda relacionada à maior ou menor tolerância a estes ambientes abertos.

Palavras-Chave: Herbáceo-arbustiva, florestal, ambientes costeiros, levantamento, apifauna.



## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que abelhas (Hymenoptera, Apoidea) estejam representadas por mais de 20.000 espécies no mundo. No Brasil são conhecidas cerca de 1.700 espécies (Melo, 2007), porém, é estimada a existência de cerca de 3.000 espécies, mais de 10% da diversidade mundial de abelhas (Silveira *et al.*, 2002). Esta riqueza pode estar relacionada ao tamanho do país, e à grande diversidade de paisagens (Faria & Gonçalves, 2013).

O conhecimento sobre as abelhas brasileiras passou a ser obtido por naturalistas durante os séculos 18 e 19, quando várias expedições científicas europeias foram organizadas para o Brasil.

Estudos mais sistematizados das faunas locais de abelhas no Brasil tiveram início com Sakagami *et al.*, (1967) que coletaram dados com um foco biocenótico, utilizando metodologia padronizada. Desde então, mais de 80 estudos já foram realizados em território brasileiro (Pinheiro-Machado *et al.*, 2002). Todos estes levantamentos forneceram dados sobre a composição da apifauna de áreas restritas, com padrões de abundância, dominância, composição das espécies e sazonalidade (p. ex. Aguiar & Martins, 2003; Santos *et al.*, 2004; Zanella, 2005; Millet-Pinheiro & Schlindwein, 2008; Gonçalves *et al.*, 2009), além de trabalhos que abordaram a interação abelha-flor (p. ex. Aguiar, 2003; Souza, 2003; Pigozzo & Viana, 2010).

A realização de levantamentos padronizados da fauna de abelhas possibilita a geração de dados que tornam possível conhecer a apifauna de um determinado local e efetuar comparações com outras localidades que possuam fisionomias semelhantes (Gonçalves *et al.*, 2009), proporcionando um entendimento mais amplo da apifauna da região, visto que, distintas composições faunísticas podem ocorrer em áreas adjacentes (Williams *et al.*, 2001).

Comparações entre as comunidades de abelhas entre diferentes locais são difíceis de serem realizadas, devido a metodológicas diferentes e os esforços amostrais empregados nos diferentes levantamentos (Cure *et al.*, 1991; Pinheiro-Machado *et al.* 2002), mas, ainda assim, uma comparação geral das abelhas encontradas em variados ambientes, mesmo com características diferentes, torna-se relevante para explicar padrões mais abrangentes das comunidades de abelhas entre regiões.

Alterações dos ambientes naturais, como por exemplo, através de ações antrópicas, podem ter como consequência a alteração na distribuição geográfica de algumas espécies de abelhas (Taura & Laroca, 2001), incluindo extinções locais (Martins & Melo, 2010).

Zanella (2003) realizou levantamentos em duas áreas de caatinga com fisionomias diferentes, distantes cerca de três quilômetros e verificou similaridade de 46,9% entre as áreas segundo o método de Sorensen, que considera somente a presença das espécies. Essas diferenças podem estar relacionadas a fatores como, amplitude diferencial de voo das espécies coletadas, hábitos de nidificação (Gonçalves *et al.*, 2009), regime hídrico divergente e consequentemente diferenciação na composição vegetal.

Áreas com diferentes fisionomias vegetacionais geralmente apresentam diferenças na composição da flora e fauna e, dessa forma, deve ocorrer variação espacial na composição das comunidades de abelhas dentro da área nuclear de um ecossistema ecológico (Zanella, 2003).

Levantamentos da apifauna realizados em ambientes de dunas litorâneas e restinga, de maneira geral, revelam baixa riqueza. No caso de áreas do nordeste do Brasil essa riqueza é sempre inferior a uma centena de espécies, e há o predomínio de espécies de grande porte e solitárias, que apresentam maior capacidade de forrageio sob as condições adversas desses ambientes (Viana & Alves-dos-Santos, 2002): solos arenosos, frequência do vento, falta de água ou alagamento, alta salinidade, excesso de luminosidade e calor (Rizzini, 1997).

Viana & Alves-dos-Santos (2002), ao comparar levantamentos realizados em ambientes costeiros do Maranhão, Paraíba e Bahia concluíram que mesmo essas áreas estando sob condições semelhantes e apresentarem fitofisionomias similares, a composição da fauna de abelhas de cada localidade foi diferente, mas semelhantes em número de espécies e na frequência de indivíduos da família Apidae. A composição dessas faunas foi influenciada principalmente, pelos ambientes vizinhos, pela variação local dos fatores abióticos além, das diferenças na composição de espécies de plantas de cada área.

Um mesmo padrão foi observado por Lopes *et al.*, (2005) que, testando a resposta da comunidade de Histeridae (Coleoptera) a diferentes fitofisionomias de restinga, concluíram que as diferenças de abundância das espécies dominantes em cada fisionomia de vegetação permitiram afirmar que a estrutura da vegetação interfere na distribuição das espécies de Histeridae.

Diante do que já foi exposto, o objetivo principal deste capítulo é responder a perguntas diretamente relacionadas:

- as composições, riquezas e diversidades das faunas de abelhas nativas em restinga florestal e herbáceo-arbustiva são diferentes?

Para testar a hipótese de que as duas áreas são diferentes para os parâmetros acima mencionados, avaliou-se a predição que a riqueza e a diversidade na restinga florestal sejam mais altas do que na herbáceo-arbustiva, levando em consideração as características de cada área como, abundância de recursos florais, substratos de nidificação e severidade do ambiente.

-estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, àquelas de formações florestais ou de formações mais abertas?

Neste caso, avaliou-se a predição que a fauna encontrada na restinga florestal seja mais similar com a de áreas florestais e a fauna da restinga herbáceo-arbustiva seja mais similar com a de formações mais abertas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a riqueza, diversidade e composição das faunas de abelhas nativas em duas áreas de restinga com diferentes fitofisionomias, localizadas no Parque Estadual de Itaúnas, município de Conceição da Barra, norte do Estado do Espírito Santo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar as apifaunas de uma área de restinga herbáceo-arbustiva e de uma área de restinga florestal do Parque Estadual de Itaúnas.
- Avaliar e comparar as riquezas, composições e diversidades de espécies das duas áreas.
- Determinar se as faunas de abelhas nativas nas áreas de restinga herbáceo-arbustiva e restinga florestal apresentam características das faunas de formações mais abertas ou de formações florestais, respectivamente.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Áreas de Estudo

Este estudo foi realizado em duas áreas com diferentes fitofisionomias de restinga no Parque Estadual de Itaúnas (PEI), situado no distrito de Itaúnas, município de Conceição da Barra, litoral norte do Espírito Santo, Brasil (Figura 1). O Parque situa-se na embocadura do rio Itaúnas. O PEI está orientado em um eixo Norte – Sul, entre as coordenadas 18° 20' / 18° 25' S e 39° 40' / 39° 42' W (CEPEMAR, 2004). O Parque foi criado pelo decreto estadual nº 4.967-E, em 8 de novembro de 1991 e possui área de 3.481 ha (IEMA, 2014).

O clima na região é Aw da classificação de Köppen, apresentando clima tropical úmido com precipitação média anual em torno de 1100 mm, temperatura média anual de 23,8 °C e umidade relativa média de 84% (CEPEMAR, 2004). Durante os meses de coleta, a temperatura mínima absoluta foi de 13,4°C em agosto de 2014 e a máxima de 34,2 °C em dezembro de 2013. A temperatura média foi de 24,5 °C e a precipitação média acumulada de 940 mm. Os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada no município de São Mateus, distante 35 km, por estrada, da área de estudo.

Dos usos no entorno imediato do PEI (considerando-se uma faixa de 1000 metros), destacam-se as áreas naturais representadas pela vegetação de restinga e alagados, totalizando 44% da área do entorno, seguido das formações de tabuleiro com 12% da área, uso antrópico representado por 36% da área, plantios de *Eucalyptus* spp. (22% do total) e uso agrícola (13%). Com relação à zona de amortecimento, localizada em um raio de 10 km ao redor da Unidade de Conservação, e com área total de 91.696,97 ha, observa-se que o uso predominante é de plantio de *Eucalyptus* spp., que ocupa uma área de 26.622,55 ha, representando 29,05% da área total (CEPEMAR, 2004).

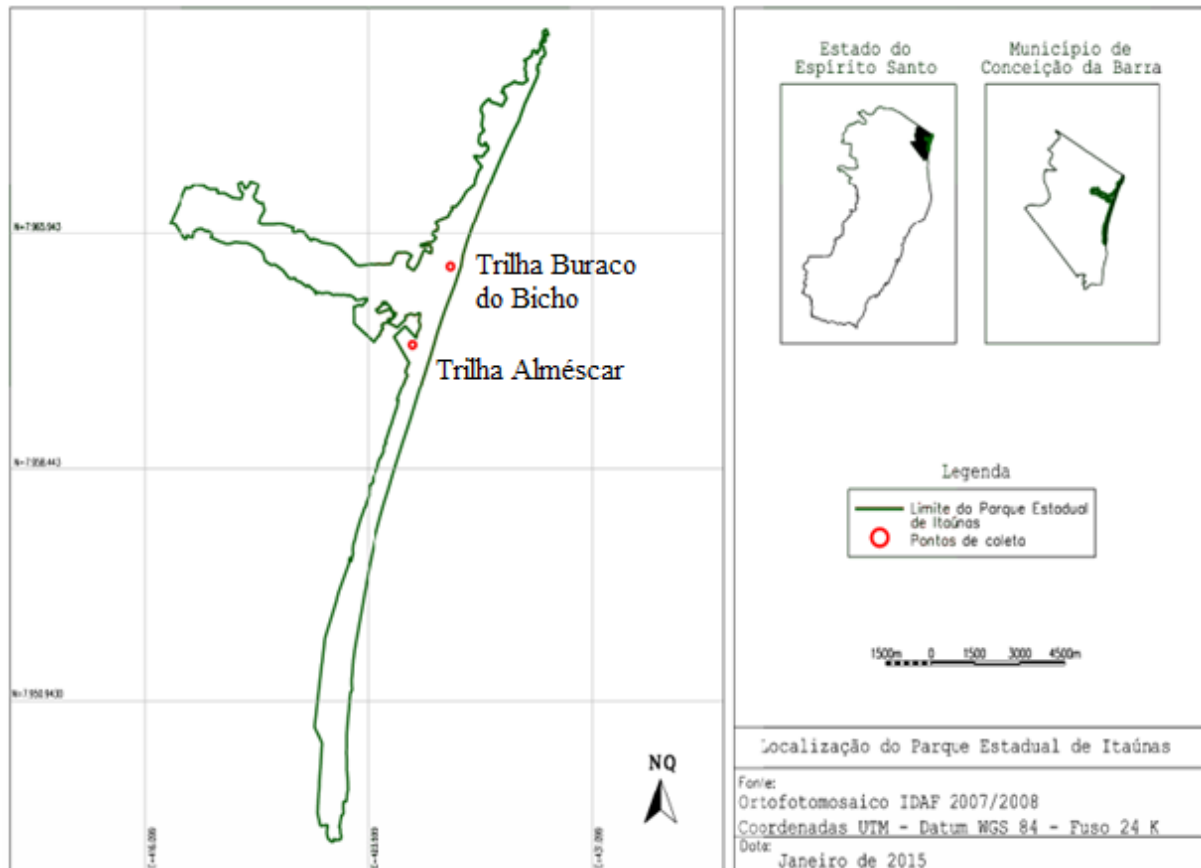


Figura 1: Localização do Parque Estadual de Itaúnas, no município de Conceição da Barra, Espírito Santo. Localização dos pontos de coleta dentro do Parque, pontos vermelhos. Fonte: Instituto de Defesa Agropecuária do Espírito Santo (IDAF), 2015.

Para a realização das coletas, foram escolhidas duas trilhas do Parque com fitofissionomias diferentes e, distantes cerca de três quilômetros uma da outra (Figura 2).

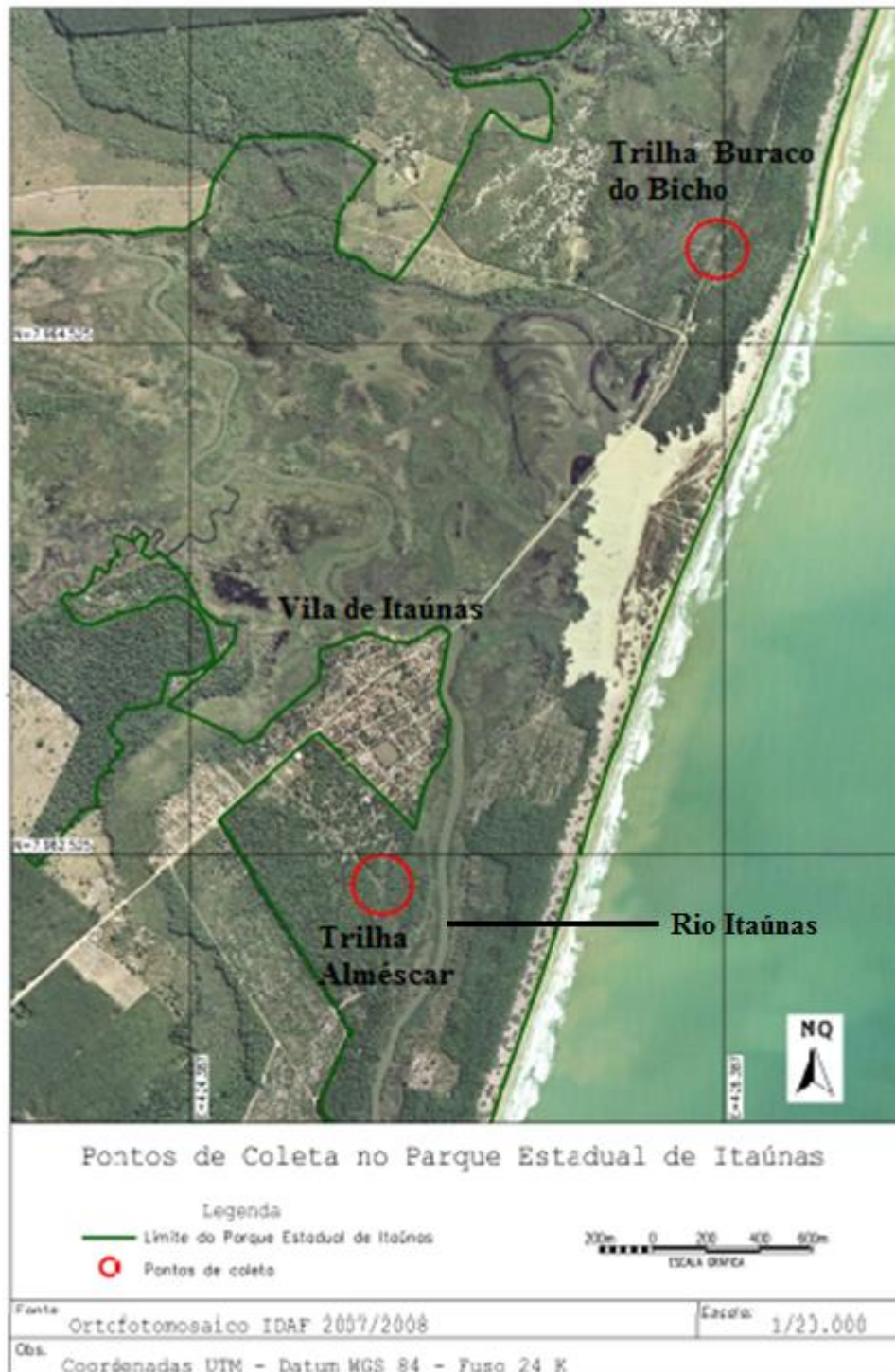


Figura 2: Localização das Trilhas dentro do Parque Estadual de Itaúnas, Conceição da Barra, ES. Fonte: Instituto de Defesa Agropecuária do Espírito Santo (IDAF), 2015.

- Trilha Almésçar (TA): possui dois quilômetros de extensão, é chamada pela comunidade de Trilha Almésçar devido à ocorrência de árvores do gênero *Protium*, pertencentes à família Burseraceae, representadas principalmente por indivíduos da espécie *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, conhecida popularmente como “Almescla”, cuja

resina é utilizada pela população local como repelente e para a fabricação de incensos (Figura 3b) (Projeto Itaúnas turismo sustentável, 2014).

À leste, a trilha é margeada pelo rio Itaúnas e está distante da linha de praia em média 500 metros. A área florestada está associada aos feixes de cordões arenosos pleistocênicos formados após o pico da penúltima transgressão marinha há aproximadamente 123.000 anos (Martin *et al.*, 1981). O cordão arenoso alcança altura de até 20 metros em relação ao nível do mar, não ocorrendo afloramento ou encharcamento devido às flutuações do nível do lençol freático (Giaretta, 2010). A fitofisionomia em questão pode ser classificada como formação florestal não inundável (CEPEMAR, 2004. Figura 3).

Ao longo da trilha é possível observar a presença de diferentes estratos florestais e em algumas porções as copas das árvores formam um dossel contínuo que atinge de 15 m a 20 m de altura, havendo baixa penetração de luz. Parte da porção mais arbórea compreendida em um quilômetro de trilha foi a escolhida para a realização do trabalho, localizada entre as coordenadas 18°25' e 18°26' S / 39°42' e 39°42' W.



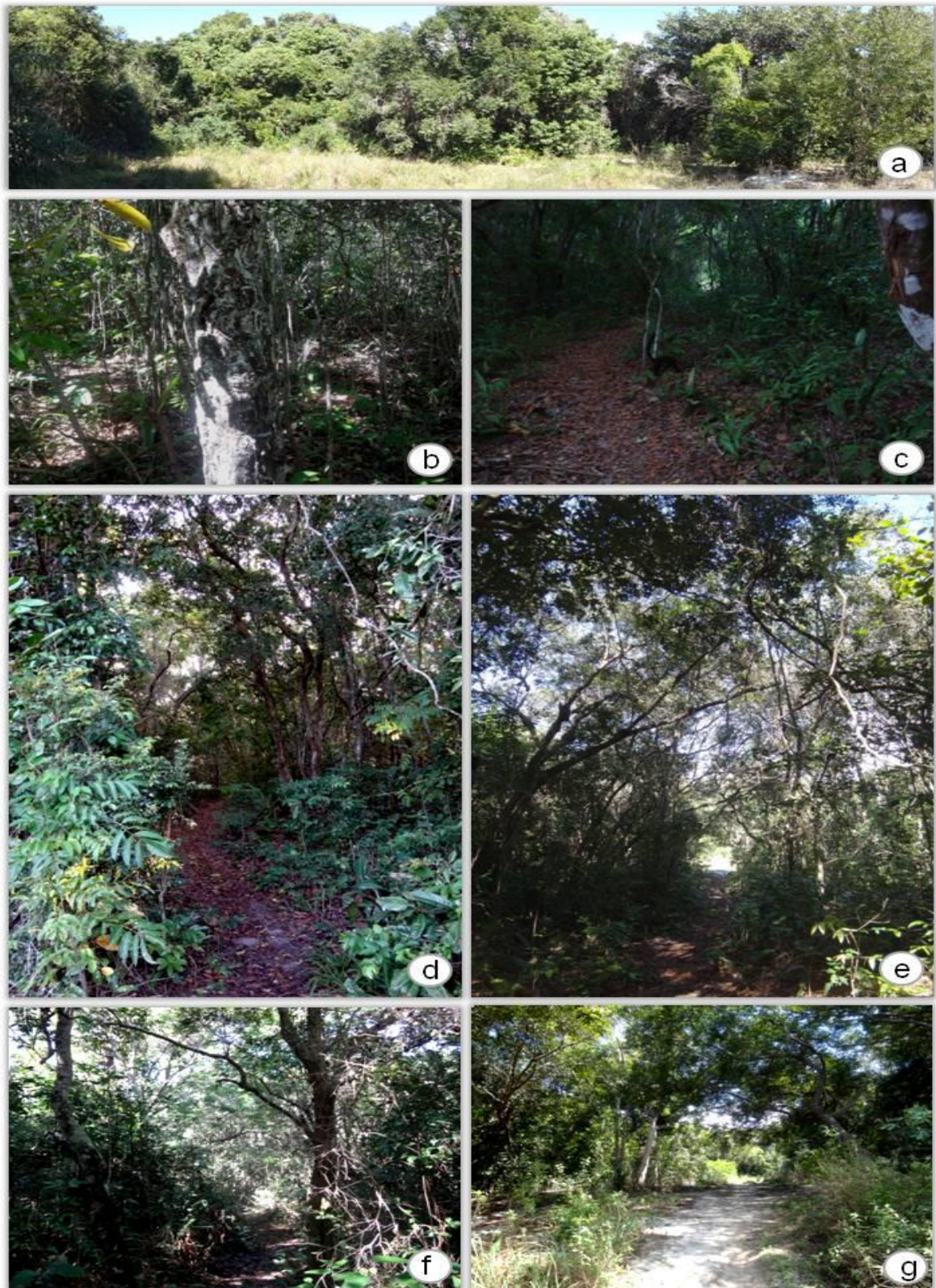


Figura 3: Trilha Alméscar (TA), PEI. a) Floresta de Restinga. b) *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Almescla) com resina. c, d, e, f) Trechos da trilha no interior da floresta. g) Trecho da trilha entre fragmentos.

- Trilha Buraco do Bicho (TBB): possui 2,5 quilômetros e é chamada pela comunidade de Trilha Buraco do Bicho por conduzir a um imenso buraco que, segundo os antigos moradores, teria sido feito por um bicho desconhecido (Projeto Itaúnas turismo sustentável, 2014).

A trilha está inserida em média 250 metros distantes da linha de praia, com altitude de cinco metros em relação ao nível do mar e é representada, de forma geral, por vegetação herbáceo-arbustiva (Figura 4). A trilha está estabelecida sobre depósitos arenosos holocênicos desenvolvidos devido a processos marinhos transgressivos e regressivos (Martin *et al.*, 1981).

Na linha de praia observa-se a formação herbácea halófilo-psamófila reptante que sofre um incremento gradual até uma formação arbustiva fechada não inundável, com altura média entre 5-6m (CEPEMAR, 2004).

No local, a folhagem dos arbustos se toca deixando espaços que permitem a penetração de luz até o sedimento. Entre as espécies que se destacam estão, *Clusia hilariana* Schltdl., *Byrsonima sericea* DC. e *Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze. Em vários trechos da trilha essa formação sofre uma mudança para a formação arbustiva aberta não inundável em que grande parte da vegetação aparece em forma de moitas, com um elemento arbóreo central, circundado por outros elementos de menor porte adensados. Esta formação está limitada pela formação arbustiva aberta inundável, caracterizada pela presença de áreas com espécies arbustivas e herbáceas em diferentes estádios de desenvolvimento, esparsas em solo parcialmente desnudo podendo apresentar faixas inundáveis e inundadas, caracterizando áreas brejosas (CEPEMAR, 2004; Braz *et al.*, 2013). O trecho escolhido para a realização do estudo possui a extensão de um quilômetro e está estabelecido entre as coordenadas 18°24' e 18°23' S / 39°41'49'' e 39°41' W.





Figura 4: Trilha Buraco do Bicho (TBB), PEI a) Vista da formação arbustiva aberta não inundável, seguida de área inundável paralela a trilha e ao fundo formação florestal. b) Vegetação herbáceo-arbustiva da formação arbustiva aberta não inundável. c, d, e) Vegetação arbustiva fechada não inundável.

### 3.2 Amostragens e identificação

As coletas de dados foram realizadas de novembro de 2013 a agosto de 2014, uma vez por mês, um dia em cada trilha (em dias consecutivos), sendo que, nos meses de janeiro e fevereiro as coletas foram realizadas em intervalos de tempo menores para aumentar o esforço amostral no período com maior floração. Desta forma, foram realizadas 11 amostras em cada trilha.

O método consistiu na captura com rede entomológica das abelhas encontradas sobre as flores. Dois coletores percorreram as trilhas em transectos de um quilômetro. As coletas tiveram início às 5:30 h com término às 15:00 h, (com exceção do dia 28 de junho em que o tempo instável, com chuvas leves e esparsas ao longo do dia, fez com que a coleta fosse interrompida às 13 h na Trilha Alméscar), totalizando 209 horas de coleta (104,5 horas de coleta por coletor) na Trilha Buraco do Bicho e 205 horas de coleta na Trilha Alméscar (102,5 horas por coletor). As abelhas capturadas foram mortas com acetato de etila em frascos mortíferos, transferidas para frascos plásticos e receberam dados de identificação da coleta, data, local e horário de captura. Plantas floridas eram observadas por cerca de cinco minutos e todas as abelhas, com exceção de *Apis mellifera* L., foram coletadas.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Filogenia e Biogeografia do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) onde foram alfinetadas, secas em estufa e receberam etiquetas com dados da coleta.

A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de chaves de identificação (Michener, 2000; Silveira *et al.*, 2002; Marchi & Alves-dos-Santos, 2013) e através de consulta com especialistas. A distribuição dos exemplares identificados dentro das famílias de Apoidea seguiu a classificação proposta por Silveira *et al.*, (2002), e para a conferência e confirmação dos gêneros e espécies foi consultado o Catálogo Online de Abelhas Moure.

O material foi tombado como parte componente da Coleção Zoológica Norte Capixaba (CZNC), do Centro Universitário Norte Capixaba, Universidade Federal do Espírito Santo.

### **3.3 Análises dos dados**

#### **3.3.1 Riqueza e equabilidade**

Para obter uma estimativa da riqueza e equabilidade das espécies foi utilizado um “Rank-Abundance Plot” (Whittaker, 1965). Nele, as espécies são apresentadas em sequências decrescentes de abundâncias ao longo do eixo das abscissas, e padrões contrastantes da riqueza de espécies são claramente apresentados (Magurran, 2013). A equabilidade é interpretada pela inclinação das curvas. Curvas mais inclinadas possuem menor equabilidade e o comprimento da cauda representa a riqueza de espécies (Melo, 2008). Para verificar se houve diferença entre a riqueza de espécies das duas áreas foi realizado o teste G (teste de aderência não paramétrico) (Zar, 1999).

### 3.3.2 Diversidade

Para verificar se houve diferença entre a diversidade nas duas trilhas foi utilizado o perfil de diversidade para a ordenação gráfica da diversidade nas duas áreas. A validade de comparar diversidades entre amostras pode ser criticada devido à escolha arbitrária do índice de diversidade, uma vez que índices como o de Shannon ( $H'$ ) e de Simpson ( $D$ ) diferem basicamente no peso em que se dá para espécies raras. No caso de riqueza de espécies, o peso é máximo: espécies raras possuem o mesmo peso de espécies comuns. No caso do Índice de Shannon, o peso é intermediário. No Índice de Simpson, o peso de espécies raras é pequeno (Melo, 2008). Uma série de índices de diversidade pode ser comparada, sendo que uma maneira de fazer isto é definir uma família de índices de diversidade que dependem de um único parâmetro (Tóthmérész, 1995). O programa PAST usa o exponencial do chamado índice de Renyi, que permite um contínuo de possibilidades de medidas de diversidade de acordo com o parâmetro  $\alpha$ , em que  $\alpha = 0$  indica o número total de espécies de uma comunidade;  $\alpha = 1$  indica um índice proporcional ao Índice de Shannon e  $\alpha = 2$  índice que se comporta como o índice de Simpson.

Os valores do índice de Shannon-Wiener calculados para cada área foram comparados pelo “teste  $t$ ” proposto por Hutcheson (Zar, 1999) e adicionalmente através da técnica de reamostragem de *bootstrap*.

## 3.4 Comparações das faunas de abelhas nativas

### 3.4.1 Banco de dados

Os critérios para a seleção dos estudos considerados na comparação entre as faunas são, basicamente, os propostos por Faria & Gonçalves (2013): (1) estudos que compreenderam pelo menos nove meses de coleta, incluindo, necessariamente, a estação quente; (2) captura ativa com uso de rede entomológica como método de amostragem; (3) presença de listas de espécies, com as respectivas abundâncias; e (4) estudos realizados em áreas restritas (alguns hectares), com as coordenadas geográficas disponíveis. No total foram selecionados 36 trabalhos, totalizando 38 locais, incluindo as duas áreas do presente estudo (Tabela 1). Não foi considerada a presença e abundância da abelha exótica *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, a abelha africanizada, para a construção do banco de dados.

A fim de refinar as análises, a comparação entre as assembleias de diferentes localidades foi realizada utilizando somente gêneros como base de comparação, devido ao alto número de espécies não identificadas (ver Gonçalves *et al.*, 2009).

A vegetação dos trabalhos selecionados para as análises foi classificada em aberta ou fechada de acordo com o aspecto dos locais de estudo, baseando-se nas informações contidas em seus respectivos artigos. Tal classificação foi realizada para possibilitar as comparações entre as áreas.

Tabela 1: Trabalhos selecionados para as análises deste estudo. RE= Riqueza de espécies observada. RE\*= Riqueza de espécies estimada em uma amostra aleatória de 300 indivíduos. Aspecto= Característica da vegetação. \*\*Os dois últimos trabalhos da Tabela não foram utilizados nas análises de rarefação, SCPA, por não apresentar valor de espécies que foram coletadas com o uso de rede entomológica e PRCU por não apresentar lista de espécies.

Código	Local	Vegetação	Aspecto	RE	RE*	Referência
MAPA	Panaquatira, MA	Dunas e Restinga	Aberto	30	18	Oliveira <i>et al.</i> , (2010)
BASA	Salvador, BA	Restinga	Aberto	48	26	Viana & Kleinert (2005)
PBCA	Cabedelo, PB	Restinga	Aberto	39	31	Madeira-da-Silva & Martins (2003)
PRIC	Paranaguá, PR	Restinga	Aberto	58	34	Schwartz-Filho & Laroca (1999)
ESBB	Conceição da Barra, ES	Restinga	Aberto	40	35	Presente estudo
ESTA	Conceição da Barra, ES	Restinga florestal	Fechado	45	45	Presente estudo
PBSJ	São João do Cariri, PB	Caatinga	Aberto	40	26	Aguiar & Martins (1997)
BACN	Casa Nova, BA	Caatinga	Aberto	42	27	Martins (1994)
BAIT	Itatim, BA	Caatinga	Aberto	59	48	Aguiar & Zanella (2005)
RNSN	Serra Negra do Norte, RN	Caatinga	Aberto	82	53	Zanella (2003)
PECG	Chã-Grande, PE	Agreste	Aberto	79	57	Millet-Pinheiro & Schlindwein (2008)
PBMA	Mamanguape, PB	Caatinga	Fechado	113	65	Aguiar & Martins (2003)
BALE	Lençóis, BA	Caatinga	Aberto	151	74	Martins (1990)

Continua

Código	Local	Vegetação	Aspecto	RE	RE*	Referência
GOIP	Iporá, GO	Cerrado	Aberto	61	38	Santiago <i>et al.</i> , (2009)
TOES	Esperantina, TO	Caatinga	Aberto	82	49	Santos <i>et al.</i> , (2004)
MGLN	Lavras Novas, MG	Cerrado	Aberto	72	56	Faria-Mucci <i>et al.</i> , (2003)
SPLA	Luis Antonio, SP	Cerrado	Fechado	138	62	Mateus (1998)
PRJA	Jaguariaíva, PR	Cerrado	Aberto	167	68	Almeida (2003)
SPCA	Cajuru, SP	Cerrado	Aberto	195	73	Pedro (1992)
MGSR	Santana do Riacho, MG	Cerrado	Aberto	107	80	Faria-Mucci & Camargo (1996)
SPCO	Corumbataí, SP	Cerrado	Aberto	123	83	Silveira & Campos (1995)
DFBR	Brasília, DF	Cerrado	Aberto	215	95	Boaventura (1998)
MGPA	Paraopeba, MG	Cerrado	Aberto	172	103	Silveira & Campos (1995)
MAVI	Vitória do Mearim, MA	Cerrado (regeneração)	Aberto	36	28	Albuquerque <i>et al.</i> , (2001)
SCSB	São Bento do Sul, SC	Estepes Ombrófilas	Fechado	71	47	Mouga & Krug (2010)
SPSP	São Paulo, SP	Mata Atlântica	Fechado	168	49	Ramalho (1995)
PRMO	Morretes, PR	Mata Atlântica	Fechado	111	72	Barbola (2000)
PRAN	Antonina, PR	Mata Atlântica	Fechado	118	76	Maia (2008)
PRTP	Tunas do Paraná, PR	Floresta Semidecidual	Fechado	135	91	Weiss (2008)
SPSA	Salesópolis, SP	Mata Atlântica	Fechado	258	92	Wilms (1995)
SCPU	Porto União, SC	Ombrófila Mista	Fechado	129	103	Krug & Alves-dos-Santos (2008)
PRLA	Lapa, PR	Estepes Ombrófilas	Aberto	159	73	Barbola & Laroca (1993)
PRGU	Guarapuava, PR	Estepes Ombrófilas	Aberto	148	74	Bortoli & Laroca (1997)
PRPB	Pato Branco, PR	Estepes Ombrófilas	Aberto	146	76	Jamhour & Laroca (2004)
RSVI	Viamão, RS	Estepes Ombrófilas	Aberto	140	78	Hoffmann (1990)



Continua

Código	Local	Vegetação	Aspecto	RE	RE*	Referência
PRPG	Ponta Grossa, PR	Estepes Ombrófilas	Aberto	181	98	Gonçalves & Melo (2005)
SCPA**	Palhoça, SC	Restinga florestal	Fechado	60	-	Kamke <i>et al.</i> , (2011)
PRCU**	Curitiba, PR	Estepes Ombrófilas	Aberto	120	-	Cure (1983)

As listas de espécies de cada estudo foram compiladas para que uma matriz de presença e ausência de gêneros por área fosse gerada.

A fim de comparar a riqueza nos diferentes estudos, foi utilizado o método de rarefação baseado no número de indivíduos. Esta técnica é usada para estimar a riqueza esperada em uma sub-amostra de espécimes selecionados aleatoriamente de uma amostra maior (Koellner *et al.*, 2004). Foi utilizado um subconjunto padronizado de 300 indivíduos para permitir uma sub-amostragem com o menor número de abelhas coletadas nos levantamentos selecionados, este valor é igual à abundância da amostragem na restinga florestal do Parque Estadual de Itaúnas (ESTA).

Para analisar a relação entre a utilização de sub-amostras de 300 indivíduos e de 400 indivíduos, abundância sugerida por Cure *et al.*, (1991) como sendo adequada para julgar valores de riqueza em levantamentos de abelhas, foi realizada análise de correlação linear simples assim como, para verificar a relação entre a riqueza de gêneros e a riqueza de espécies dos levantamentos.

Para avaliar a distribuição da riqueza e da equabilidade entre todos os levantamentos foi feito um diagrama de dispersão entre essas duas medidas, de maneira que, no eixo das abscissas está a riqueza observada e no eixo das ordenadas a equabilidade (Melo, 2008).

Para comparar a composição das apifaunas nas duas restingas com as de outros levantamentos realizados em ambientes abertos e florestados, foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), com a utilização do índice de Jaccard. Esta análise é uma técnica aplicável à análise de amplos gradientes ambientais, uma vez que não tem como premissa a utilização de dados lineares (Ludwig & Reynolds, 1988) e considerada como um dos métodos de ordenação mais robustos (Minchin, 1987). A significância estatística dos agrupamentos encontrados na análise anterior foi testada através do procedimento ANOSIM com 10.000 permutações (Clarke, 1993).

A associação entre os escores do primeiro eixo da análise de NMDS (NMDS1) e a riqueza de espécies e de gêneros dos levantamentos foi analisada através de regressão linear simples.

Em todos os casos, o valor de um teste foi considerado significativo quando a probabilidade de erro associada ao resultado foi menor que 0,05. A verificação de normalidade em todos os casos foi feita por meio do teste de Jarque-Bera. Nos casos em que a normalidade não foi observada, os dados foram transformados de acordo com o procedimento logit recomendado por Warton e Hui (2011) para índices e porcentagens, ou por técnicas recomendadas para dados de abundância e riqueza (p. ex. Magurran, 1988)

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas BioEstat (Ayres *et al.*, 2007), PAST (Hammer *et al.*, 2001) e Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Comparação entre as composições das faunas de abelhas nativas das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas

Nas duas trilhas, foi amostrado um total de 786 indivíduos, pertencentes a 60 morfoespécies. Destas, 39 foram identificadas até o nível de espécie e se distribuem em 22 gêneros e 12 tribos das cinco famílias de abelhas encontradas no Brasil (Silveira *et al.*, 2002).

Do total de espécies, 45 foram coletadas na Trilha Almésçar (TA) e 40 coletadas na Trilha Buraco do Bicho (TBB), sendo que 25 foram encontradas em ambas as trilhas, 20 foram exclusivas em TA e 15 exclusivas em TBB (Tabela 2).

Tabela 2: Número de indivíduos das espécies de abelhas coletadas com rede entomológica na Trilha Almésçar e na Trilha Buraco do Bicho, Parque Estadual de Itaúnas (ES), no período de novembro de 2013 a agosto de 2014.

TÁXON	TA	TBB	TOTAL
<b>Andrenidae</b>			
<u>Oxaeinae</u>			
<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	01	12	13
<b>Apidae</b>			
<u>Apinae</u>			
Apini			

<i>Partamona</i> aff. <i>helleri</i>	08	--	08
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	06	--	06
<i>Plebeia lucii</i> Moure, 2004	15	--	15
<i>Plebeia poecilochroa</i> Moure & Camargo, 1993	15	06	21
* <i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepeletier, 1836)	24	01	25
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	02	--	02
<i>Trigona</i> cfr. <i>braueri</i>	68	39	107
<b>Bombini</b>			
<i>Bombus</i> ( <i>Fervidobombus</i> ) <i>pauloensis</i> Friese, 1913	--	01	01
<b>Centridini</b>			
<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) <i>decolorata</i> Lepeletier, 1841	--	07	07
<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) <i>flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	01	--	01
* <i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) <i>nitens</i> Lepeletier, 1841	--	01	01
<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) sp.1	01	03	04
<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) sp.2	03	46	49
<i>Centris</i> ( <i>Hemisiella</i> ) <i>tarsata</i> Smith, 1874	--	05	05
<i>Centris</i> ( <i>Melacentris</i> ) <i>conspersa</i> Mocsáry, 1899	--	01	01
<i>Centris</i> ( <i>Trachina</i> ) <i>longimana</i> Fabricius, 1804	02	--	02
<i>Centris</i> ( <i>Xanthemis</i> ) <i>lutea</i> Friese, 1899	--	06	06
<i>Epicharis</i> ( <i>Anepharis</i> ) <i>dejeanii</i> Lepeletier, 1841	--	02	02
<i>Epicharis</i> ( <i>Epicharis</i> ) <i>bicolor</i> Smith, 1854	01	09	10
<i>Epicharis</i> ( <i>Epicharis</i> ) <i>nigrita</i> Friese, 1900	02	08	10
<i>Epicharis</i> ( <i>Epicharoides</i> ) <i>picta</i> (Smith, 1874)	--	02	02
<i>Epicharis</i> ( <i>Triepicharis</i> ) <i> analis</i> Lepeletier, 1841	--	01	01
<b>Ericrocidini</b>			
<i>Mesoplia</i> sp.1	--	02	02
<i>Mesoplia</i> sp.2	--	01	01
<i>Mesoplia</i> sp.3	08	22	30
<i>Mesoplia</i> sp.4	01	05	06
<i>Mesoplia</i> spp.	03	10	13
<b>Tapinotaspidini</b>			
<i>Paratetrapedia</i> ( <i>Paratetrapedia</i> ) sp.	06	--	06
<i>Paratetrapedia</i> ( <i>Tropidopedia</i> ) sp.	01	--	01
<i>Paratetrapedia</i> ( <i>Xanthopedia</i> ) sp.	01	--	01
<b>Euglossini</b>			
<i>Eufriesea atlantica</i> Nemésio, 2008	01	--	01
<i>Eufriesea mussitans</i> (Fabricius, 1787)	02	02	04
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)	01	03	04
<i>Euglossa</i> ( <i>Euglossa</i> ) <i>cordata</i> (Linnaeus, 1758)	13	11	24
<i>Euglossa</i> ( <i>Glossurella</i> ) <i>crassinpunctata</i> Moure, 1968	01	--	01
<i>Euglossa</i> sp.1	01	--	01
<i>Euglossa</i> sp.2	01	--	01
<i>Euglossa</i> sp.3	02	--	02
<i>Eulaema</i> ( <i>Eulaema</i> ) <i>atleticana</i> Nemésio, 2009	01	--	01
<i>Eulaema</i> ( <i>Apeulaema</i> ) <i>cingulata</i> (Fabricius, 1804)	06	08	14
<i>Eulaema</i> ( <i>Apeulaema</i> ) <i>nigrita</i> Lepeletier, 1841	05	02	07
<i>Eulaema</i> ( <i>Eulaema</i> ) <i>niveofasciata</i> (Friese, 1899)	02	--	02
<b>Xylocopinae</b>			
<b>Ceratinini</b>			
<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp.	02	--	02

Xylocopini			
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	12	07	19
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) nigrocincta</i> Smith, 1854	02	02	04
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria</i> Smith, 1874	48	137	185
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	01	--	01
<i>Xylocopa (Schonnherria) macrops</i> Lepeletier, 1841	02	07	09
<i>Xylocopa (Schonnherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)	--	02	02
<b>Colletidae</b>			
<u>Diphaglossina</u>			
Caupolicanini			
* <i>Ptiloglossa</i> sp.	02	31	33
<b>Halictidae</b>			
<u>Halictinae</u>			
Augochlorini			
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.	09	01	10
<i>Augochloropsis</i> sp. 1	--	01	01
<i>Augochloropsis</i> sp. 2	02	--	02
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	--	57	57
<b>Megachilidae</b>			
<u>Megachilinae</u>			
Anthidiini			
<i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken, 1930)	12	22	34
<i>Larocanthidium emarginatum</i> Urban, 1997	01	01	02
<i>Larocanthidium</i> sp.	01	--	01
Megachilini			
<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp.	01	01	02
<i>Megachile (Sayapis)</i> sp.	--	01	01
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>486</b>	<b>786</b>

\* Novos registros para o Espírito Santo, levando em consideração as informações contidas em Silveira *et al.*, (2002) e no Catálogo online de abelhas Moure.

Do total de indivíduos, 476 foram coletados em TBB e 300 coletados em TA. Entre as famílias, Apidae foi a mais abundante nas duas trilhas. A ordenação decrescente do número de indivíduos amostrados em cada família, em TBB, ficou da seguinte forma: Apidae > Halictidae > Megachilidae > Colletidae > Andrenidae. Em TA, o arranjo encontrado foi Apidae > Megachilidae > Halictidae > Colletidae > Andrenidae.

A família Apidae também foi a mais representativa em termos de número de espécies nas duas trilhas (Tabela 3).

Tabela 3: Número de espécies e indivíduos (e suas respectivas porcentagens), por família na Trilha Buraco do Bicho e na Trilha Alméscar, no Parque Estadual de Itaúnas, ES.

Família	TBB		TA	
	Riqueza (%)	Abundância (%)	Riqueza (%)	Abundância (%)
Andrenidae	1 (2,5)	12 (2,5)	1 (2,2)	1 (0,3)
Apidae	31 (77,5)	359 (73,9)	37 (82,3)	271 (90,3)
Colletidae	1 (2,5)	31 (6,4)	1 (2,2)	2 (0,7)
Halictidae	3 (7,5)	59 (12,1)	2 (4,4)	11 (3,7)
Megachilidae	4 (10)	25 (5,1)	4 (8,9)	15 (5)
TOTAL	40	486	45	300

Ao analisar a ocorrência das tribos na Trilha Alméscar, Apini foi a tribo mais abundante (138 indivíduos, sete espécies), seguida por Xylocopini (65 indivíduos, cinco espécies), Euglossini (36 indivíduos, 12 espécies), Anthidiini (14 indivíduos, três espécies), Ericrocidini (12 indivíduos, duas espécies), Augochlorini (11 indivíduos, duas espécies), Centridini (10 indivíduos, seis espécies), Tapinotaspidini (oito indivíduos, três espécies), Caupolicanini e Ceratinini (dois indivíduos, uma espécie), e Megachilini (um indivíduo, uma espécie) (Figura 5).

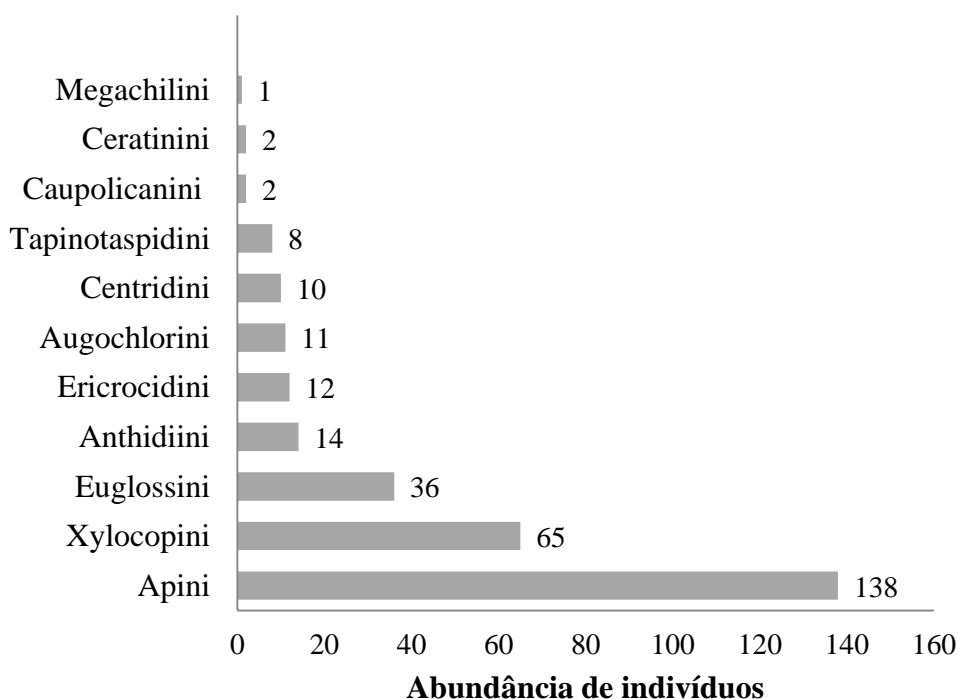


Figura 5: Número de indivíduos por tribo coletados na Trilha Alméscar.

Na Trilha Buraco do Bicho, a tribo mais abundante foi Xylocopini (155 indivíduos, cinco espécies), seguida de Centridini (91 indivíduos, 12 espécies), Augochlorini (59 indivíduos, três espécies), Apini (46 indivíduos, três espécies), Ericrocidini (40 indivíduos, quatro espécies), Caupolicanini (31 indivíduos, uma espécie), Euglossini (26 indivíduos, cinco espécies), Anthidiini (23 indivíduos, duas espécies), Megachilini (dois indivíduos, duas espécies) e Bombini (um indivíduo e um espécie) (Figura 6).

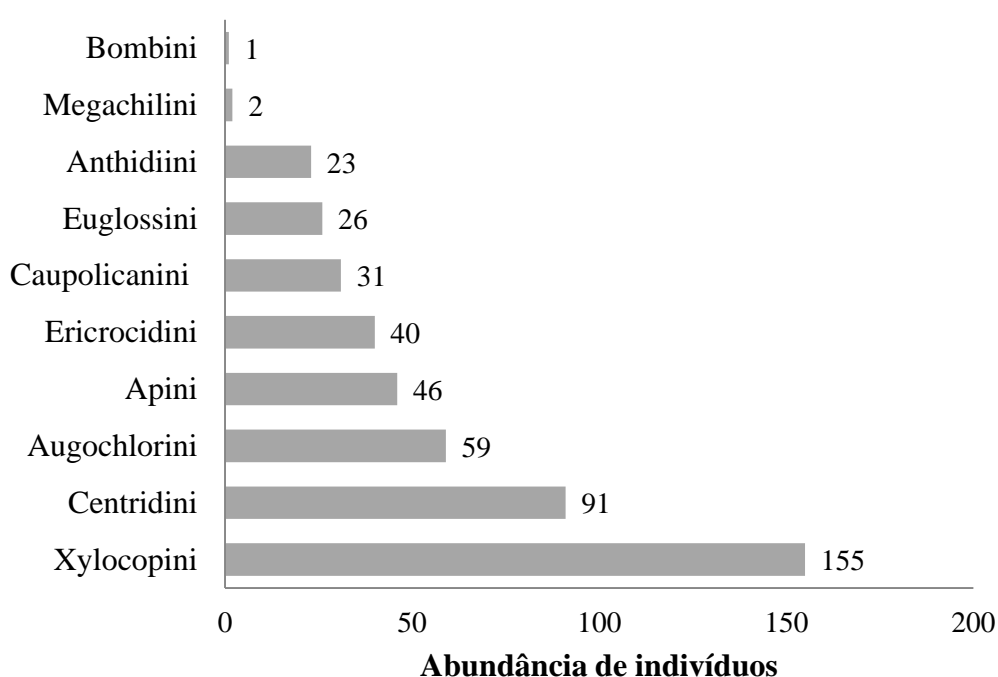


Figura 6: Número de indivíduos por tribo coletados na Trilha Buraco do Bicho.

Com relação à representatividade dos gêneros, em TBB os quatro gêneros com maior abundância de indivíduos foram *Xylocopa* (TBB: 155; TA: 63), seguido de *Centris* (TBB: 69; TA: 06), *Pseudaugochlora* (TBB: 57; TA: 0) e *Mesoplia* (TBB:40; TA: 12). Já em TA os gêneros de maior destaque foram, *Trigona* (TA: 70; TBB: 39), *Xylocopa* (TA: 63; TBB: 155) e *Plebeia* (TA: 36; TBB: 6) (Figura 7).

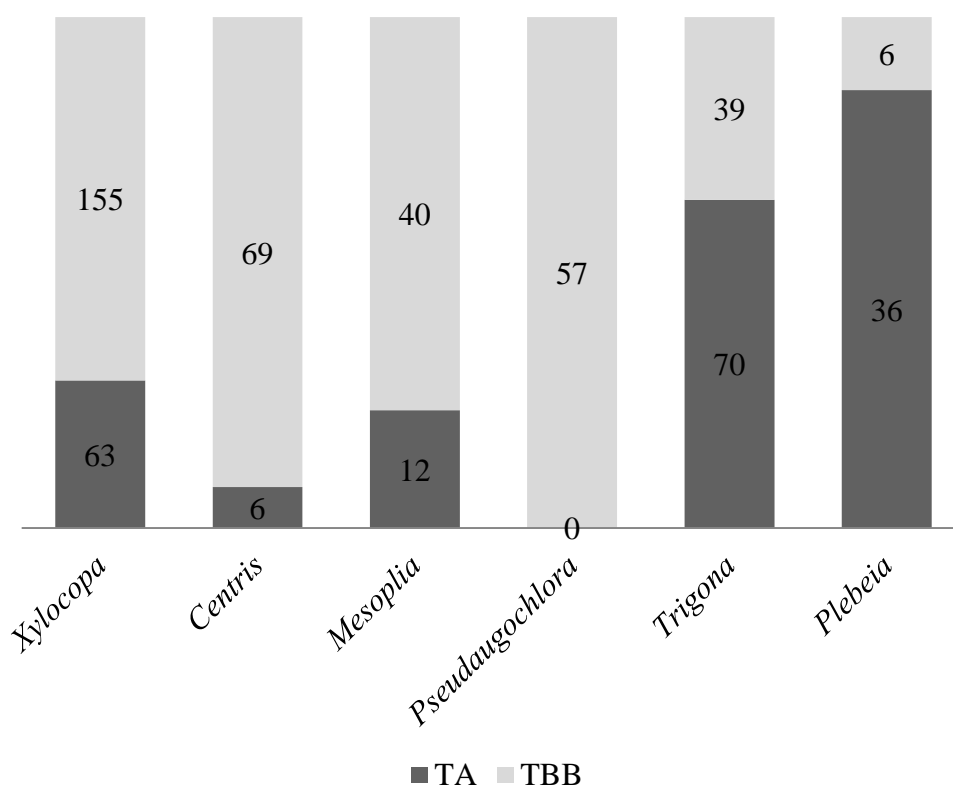


Figura 7: Abundância dos gêneros mais representativos de cada trilha. Números nas barras representam a abundância. TA: Trilha Almésçar. TBB: Trilha Buraco do Bicho.

Em TBB *Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria* foi a espécie com maior número de indivíduos coletados, com 137 indivíduos, seguida de *Pseudaugochlora pandora*, com 57 indivíduos e *Centris (Centris) sp. 2*, com 46 indivíduos.

Já em TA a espécie mais abundante foi *Trigona* cfr. *braeuri*, com 68 indivíduos coletados, seguida de *Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria*, com 48 indivíduos. Como pode ser observado na representatividade dos gêneros e nas espécies mais abundantes, na Trilha Buraco do Bicho, no geral, abelhas de corpos grandes e robustos, ou médios e robustos prevaleceram, diferente de TA, em que os meliponíneos somaram um total de 136 indivíduos, cerca de 45% de toda a amostra da trilha (Figura 8).

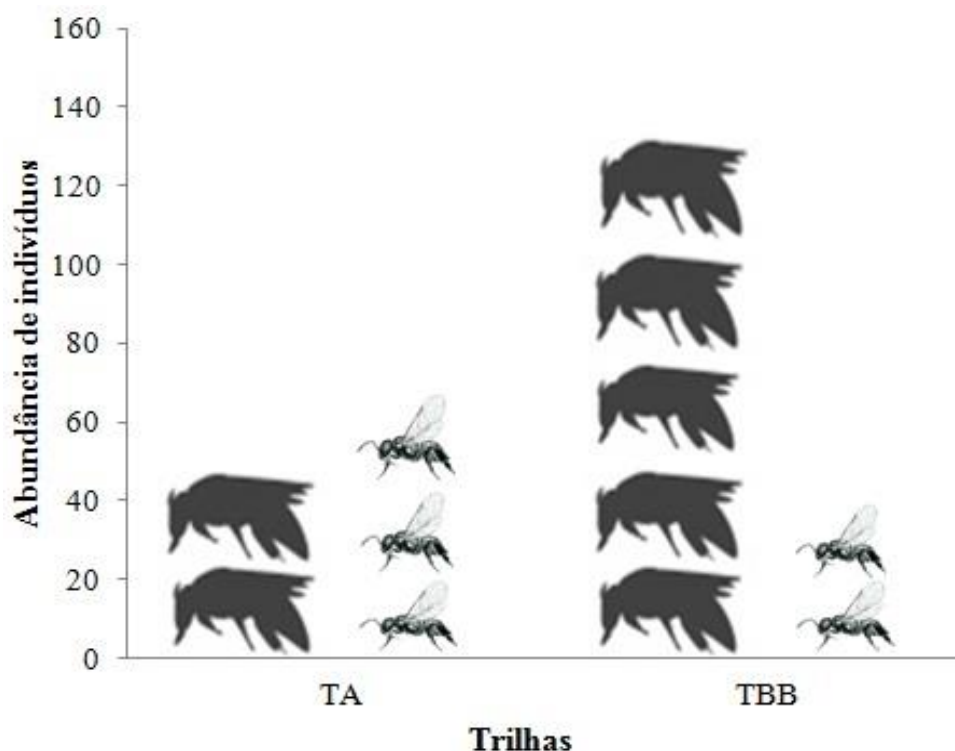


Figura 8: Comparação da abundância entre as espécies que predominaram em cada Trilha. TA (Trilha Almésçar): *Trigona* cfr. *braueri*; TBB (Trilha Buraco do Bicho): *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria*.

#### 4.2 Comparação entre as riquezas e equabilidades das faunas de abelhas nativas das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas.

Observou-se, em ambas as áreas que muitas espécies apresentaram poucos indivíduos (Figura 9). Em TA, 17 espécies foram representadas por apenas um indivíduo (*singletons*), e 11 espécies foram representadas por dois indivíduos (*doubletons*), o que representa 84% da amostra total da área. Já em TBB, 11 espécies foram representadas por apenas um indivíduo e sete espécies por dois indivíduos, totalizando 45% da amostra.

A Trilha Almésçar apresentou maior riqueza, maior equabilidade e menor dominância, embora a diferença entre as inclinações das curvas de TA e TBB tenha sido pequena.

O teste G revelou que a riqueza entre as duas áreas não foi significativamente diferente ( $G = 0,294$ ;  $p = 0,587$ ).



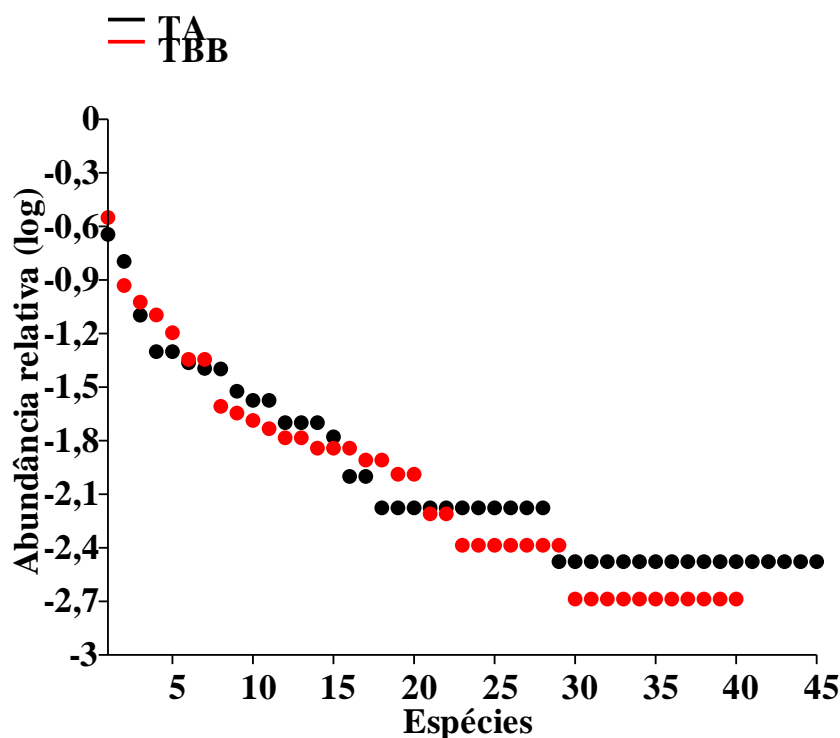


Figura 9: Importância das espécies (Rank-abundance plot, Whittaker 1965) de acordo com a abundância relativa em escala logarítmica, de abelhas coletadas entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas. TA: Trilha Alméscar. TBB: Trilha Buraco do Bicho.

#### 4.3 Comparação entre as diversidades das faunas de abelhas nativas das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas

Segundo o perfil de diversidade, a diversidade encontrada na Trilha Alméscar é superior a encontrada na Trilha Buraco do Bicho, independente do índice de diversidade utilizado (diferentes valores de alfa) (Figura 10).

Com relação ao índice de Shannon-Wiener, encontrou-se um valor de  $H' = 2,90$  para TA e  $H' = 2,70$  para TBB. Ao se aplicar o teste t de Hutcheson (Zar, 1999), entretanto, constatou-se que não há diferença significativa entre a diversidade das duas áreas ( $p > 0,05$ ), mas se for levado em consideração o resultado obtido pelo método Bootstrap para a comparação dos índices de diversidade, essa diferença passa a ser significativa ( $p < 0,05$ ).

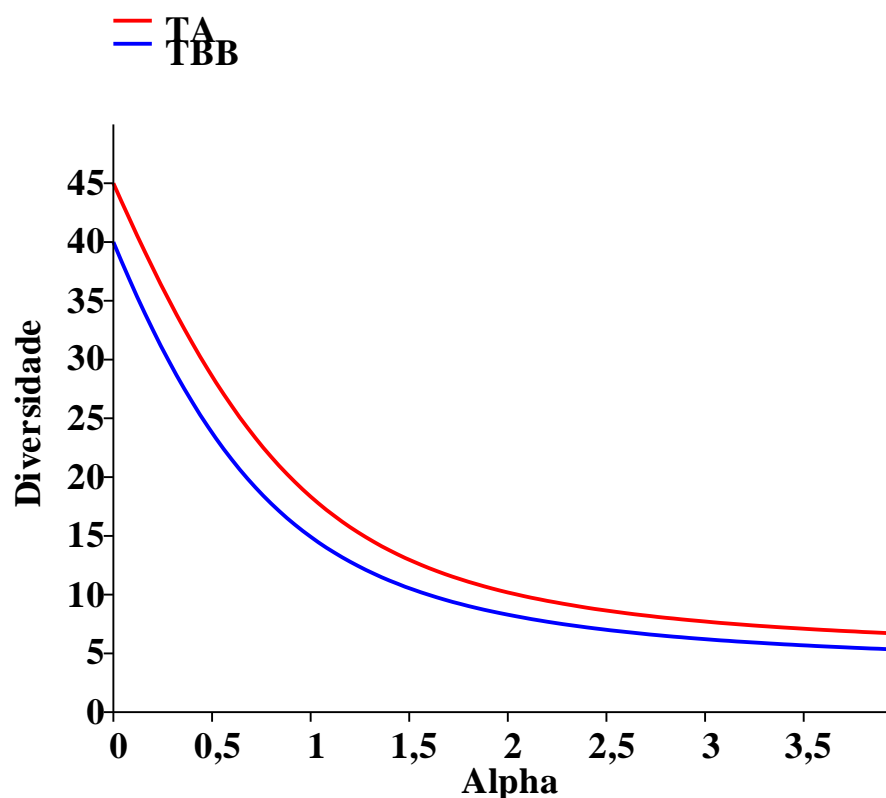


Figura 10: Perfil de diversidade para a comparação entre a diversidade de abelhas coletadas entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas. TA: Trilha Almésçar. TBB: Trilha Buraco do Bicho.

#### 4.4 Comparações entre as faunas de abelhas nativas do Parque Estadual de Itaúnas com outras áreas

##### 4.4.1 Comparação das riquezas e equabilidades das faunas de abelhas nativas do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outras áreas

Da análise da Figura 11, principalmente dos primeiros seis pontos (1-6), que representam os valores de riqueza encontrados em sub-amostras de 300 indivíduos em ambientes de restinga, dois resultados principais aparecem:

(i) a maior riqueza de espécies na restinga florestal do PEI (ESTA, ponto 6) (45 espécies em 300 indivíduos) quando comparada aos demais levantamentos de restinga (pontos 1-5). Os pontos 1-5 correspondem a uma área de restinga e dunas no Maranhão (MAPA [ver Tabela 1], ponto 1), uma restinga na Bahia (BASA, ponto 2), uma restinga na Paraíba (PBCA, ponto 3),

vegetação litorânea na Ilha das Cobras, PR (PRIC, ponto 4) e a restinga da Trilha Buraco do Bicho (ESBB, ponto 5).

(ii) os valores de riqueza em áreas de restinga (1-6) são consistentemente menores que os valores encontrados em outros ambientes (Caatinga, Cerrado, Campos e Florestas), o que evidencia a baixa riqueza de espécies de abelhas nas restingas. Tal padrão parece ainda mais evidente quando se analisa que a linha vermelha que representa a maior riqueza encontrada em um ambiente de restinga (ESTA). Entre as pouca exceções, duas correspondem a áreas de Caatinga (números 7 e 8) da Figura 12, uma a um ambiente de Cerrado (14) e uma a uma área com vegetação arbustiva (24).

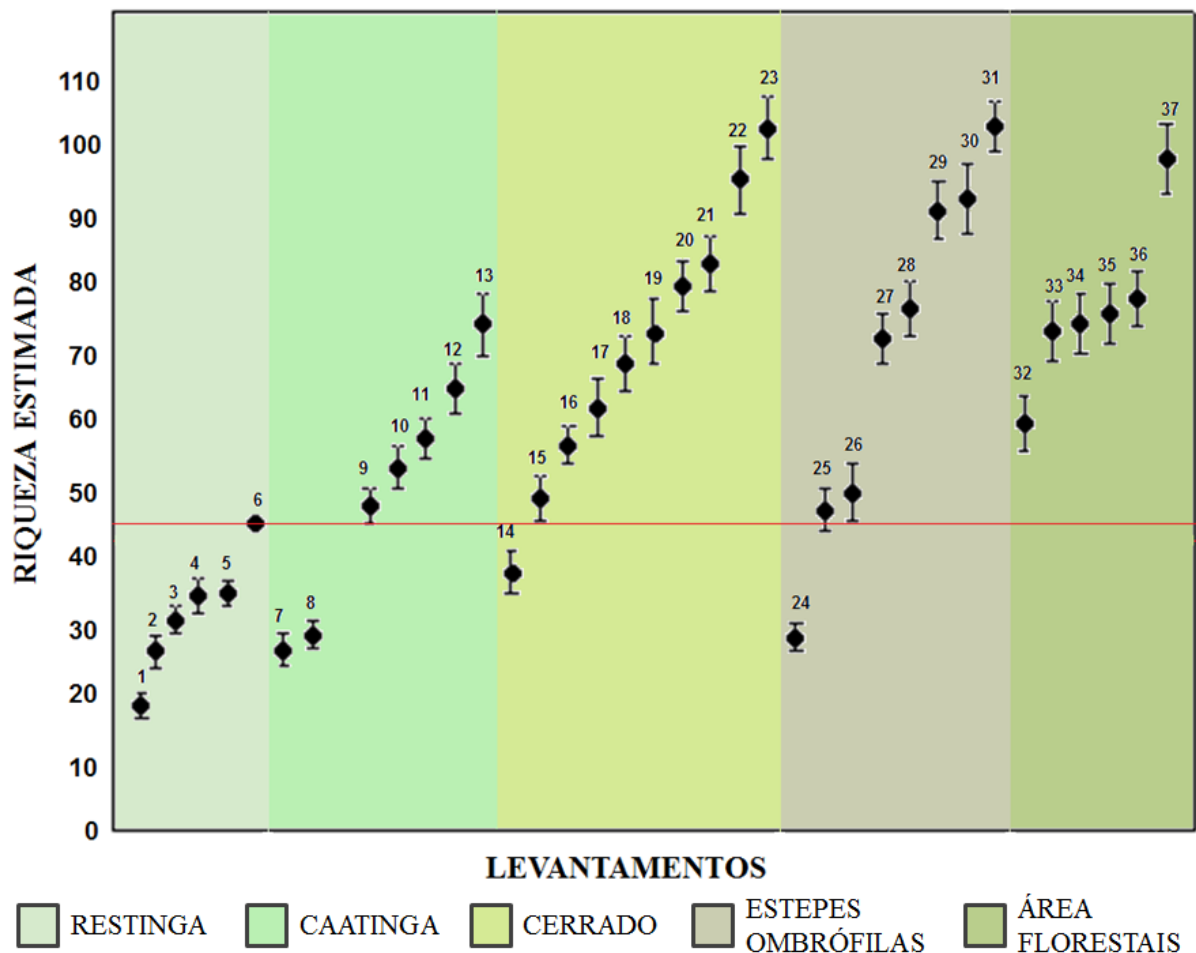


Figura 11: Representação da estimativa de riqueza de espécies em sub-amostras de 300 indivíduos nos levantamentos realizados nas diferentes fisionomias. Números ordenados de acordo com os trabalhos da Tabela 1. As barras nos pontos representam os intervalos de confiança a 95%.

A análise de rarefação com sub-amostras de 300 indivíduos mostrou-se consistente quando comparada a análises realizadas com 400 indivíduos, abundância sugerida por Cure *et*

*al.*, (1991) como sendo adequada para julgar valores de riqueza em levantamentos de abelhas. A Figura 12 mostra uma correlação positiva e altamente significativa ( $r= 0,997$ ;  $p= 0,000$ ) dos valores de riqueza obtidos para os levantamentos considerados com relação a sub-amostras de 400 indivíduos e de 300 indivíduos.

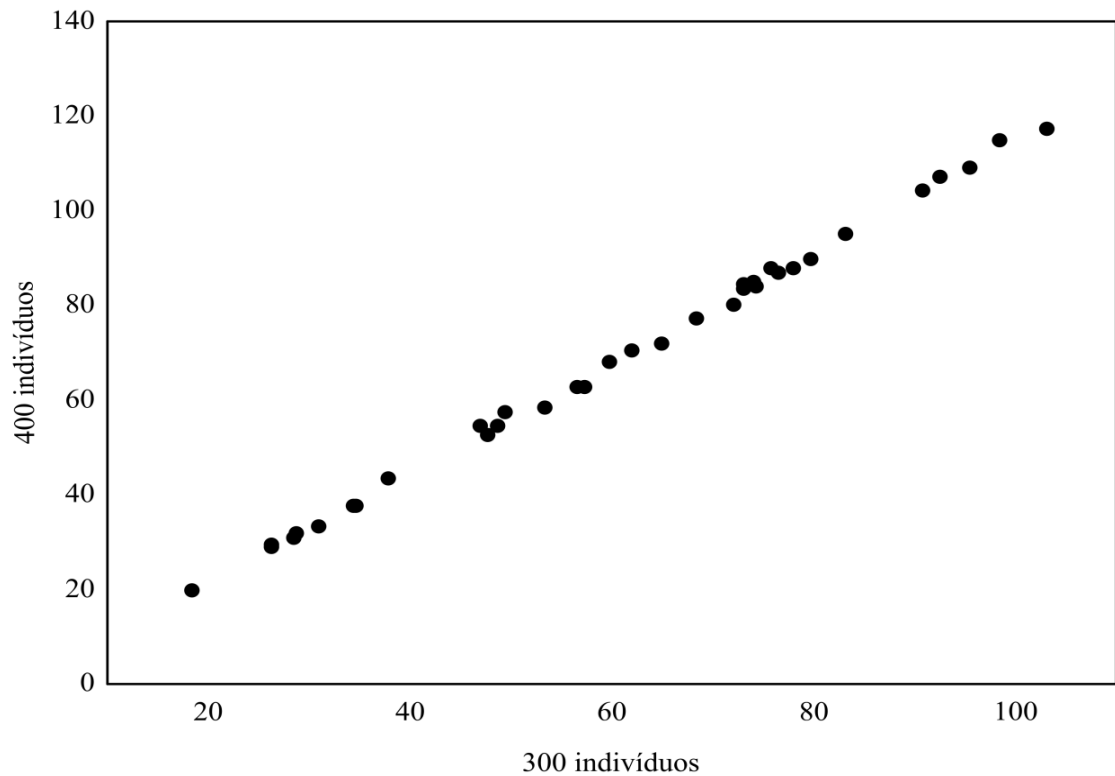


Figura 12: Correlação entre as estimativas de riqueza em sub-amostras de 300 e 400 indivíduos.

Outro resultado bastante importante, considerando que as análises de composição das faunas foram realizadas em nível genérico, é que houve correlação positiva altamente significativa ( $r= 0,924$ ;  $p= 0,000$ ) entre a riqueza de gêneros e a riqueza de espécies (Figura 13).

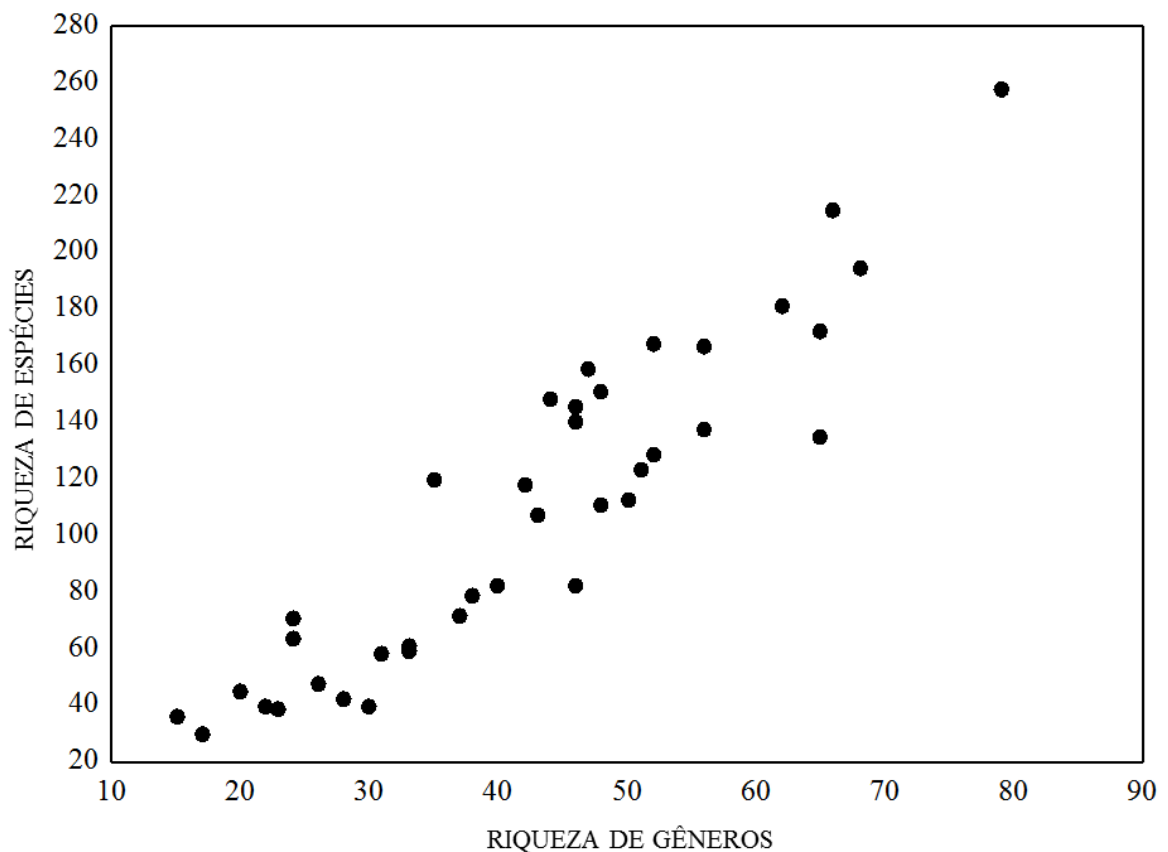


Figura 13: Correlação entre a riqueza de gêneros e a riqueza de espécies nos levantamentos realizados nas diferentes regiões do Brasil.

Com relação à equabilidade, as áreas do Parque Estadual de Itaúnas se mostraram semelhantes às áreas com alta riqueza de espécies e superiores às outras áreas de restinga (Figura 14). A restinga florestal estudada aqui apresentou o maior valor de equabilidade dentre todas as áreas em ambientes costeiros e valor semelhante à áreas de alta riqueza.

A área de restinga com valor de equabilidade mais próximo das áreas do PEI foi PBCA. A menor equabilidade foi observada no levantamento BASA, área restrita de dunas com vegetação de restinga na Bahia. Já a maior equabilidade foi observada no levantamento SCPU, realizado em área de Floresta Ombrófila Mista, no Rio Grande do Sul.

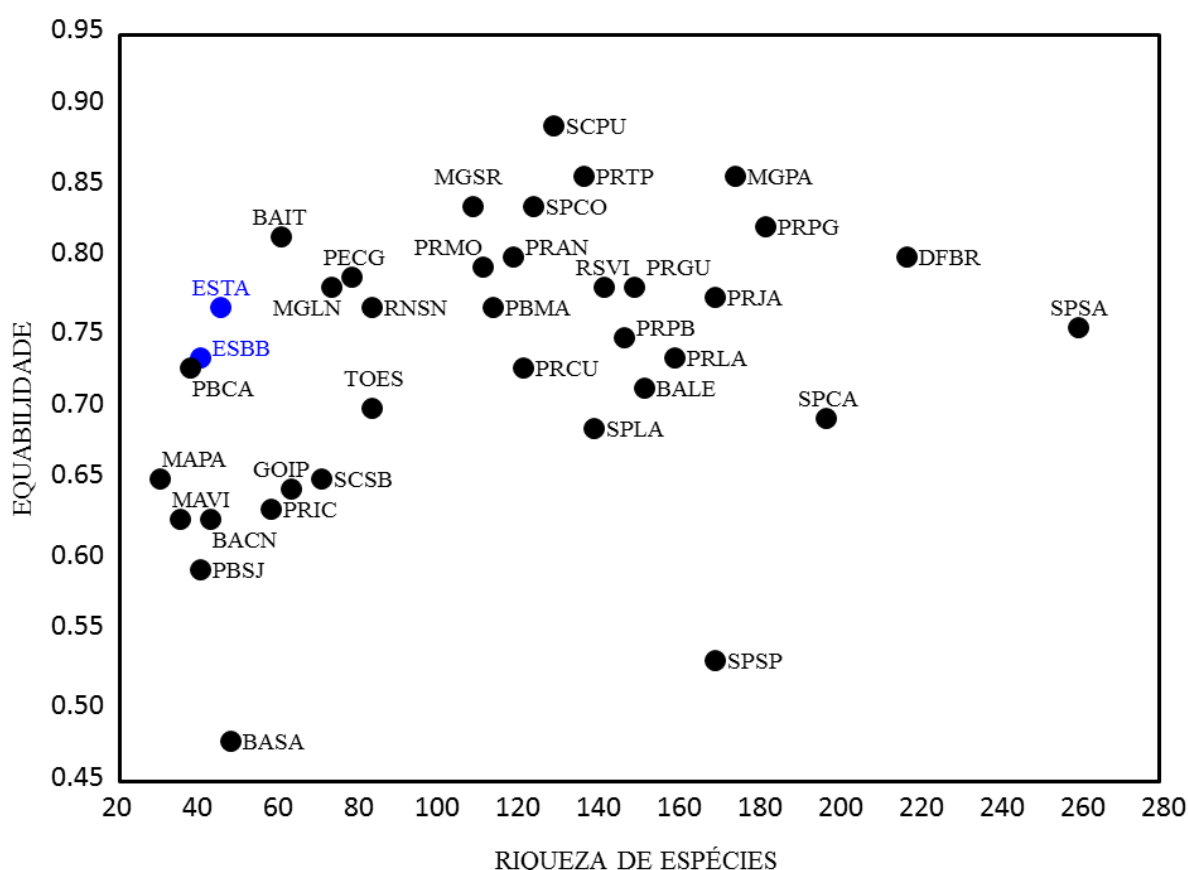


Figura 14: Relação entre riqueza de espécies e equabilidade das duas áreas do Parque Estadual de Itáunas e dos levantamentos realizados nas diferentes regiões do Brasil.

#### 4.4.2 Comparação das composições das faunas de abelhas nativas do Parque Estadual de Itáunas com as faunas de outros locais

Através da matriz de similaridades baseadas no índice de Jaccard (coeficiente de correlação cofenético: 0,750), foi obtida uma série de valores de similaridade entre a restinga aberta (ESBB) e as áreas abertas e entre a restinga aberta e as áreas florestais, assim como entre a restinga florestal (ESTA) e as áreas fechadas e entre a restinga florestal e áreas abertas. Foram obtidas médias para cada um desses conjuntos de médias, que foram comparadas pelo teste t. Os valores de “p” para essas comparações são apresentados na Tabela 4.

Esperava-se que a similaridade entre a restinga florestal (ESTA) do Parque Estadual de Itáunas e outras áreas fechadas fosse maior que a similaridade entre ESTA e áreas abertas, pelo fato de ESTA ser uma área fechada. Entretanto, não houve diferença significativa entre os valores de similaridade de ESTA com áreas abertas e fechadas ( $t = 0,207$ ;  $p = 0,836$ ). Da mesma

forma, esperava-se que a similaridade entre ESBB e áreas abertas fosse maior que entre ESBB e áreas fechadas, o que não foi observado ( $t= 0,118$ ;  $p= 0,906$ ).

De forma complementar, esperava-se que os valores de similaridade entre ESTA e áreas fechadas fossem maiores que os de ESBB e estas mesmas áreas fechadas, o que não aconteceu ( $t= -0,312$ ;  $p= 0,756$ ). Esperava-se ainda que os valores de similaridade entre ESBB e áreas abertas fossem maiores que os de ESTA e estas mesmas áreas abertas, o que, da mesma forma, não foi encontrado ( $t= -0,278$ ;  $p= 0,783$ ).

Tabela 4: Valores de p para comparações entre os valores de similaridade das áreas do Parque Estadual de Itaúnas com as áreas abertas e fechadas dos trabalhos selecionados.

SIMILARIDADES	ESTA_Fechadas	ESBB_Fechadas	ESBB_Abertas
ESTA_Abertas	$p= 0,836$	—	$p= 0,756$
ESBB_Abertas	—	$p= 0,906$	—
ESTA_Fechadas	—	$p= 0,783$	—

Desta forma, é possível dizer que não há maior similaridade entre a fauna da restinga fechada (ESTA) e faunas de outras áreas florestais e nem maior similaridade entre a fauna da restinga herbáceo-arbustiva (ESBB) e faunas de outras áreas abertas, contrariamente às hipóteses iniciais. As duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas apresentaram os maiores valores de similaridade entre elas mesmas (0,615), demonstrando que as áreas são muito mais similares entre si se comparadas aos outros locais.

O escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS; Figura 15) sugere que as duas áreas no Parque Estadual de Itaúnas ficaram mais próximas entre si e de outras áreas com vegetação aberta e baixa riqueza (PBCA, MAVI, BASA, GOIP) quando se interpretam os dois eixos da análise. Observa-se ainda que ESTA e ESBB aparecem afastadas de áreas que apresentaram altos valores de riqueza, independente do aspecto da vegetação.

Vale ressaltar ainda que, de forma geral, não foi possível reconhecer distintos agrupamentos das assembleias que poderiam ser relacionados à cobertura vegetal. A ausência de agrupamentos distintos e específicos para os levantamentos de áreas abertas e de áreas fechadas também foi suportada pelos valores da análise de ANOSIM ( $R= 0,046$ ;  $p= 0,253$ ).

Da análise de NMDS, é possível notar que as localidades com menores escores para o primeiro eixo do gráfico são as áreas mais pobres em número de gêneros (e, conseqüentemente, de espécies) e à medida que os escores tornam-se maiores, ocorre um adensamento de localidades com valores mais altos de riqueza.

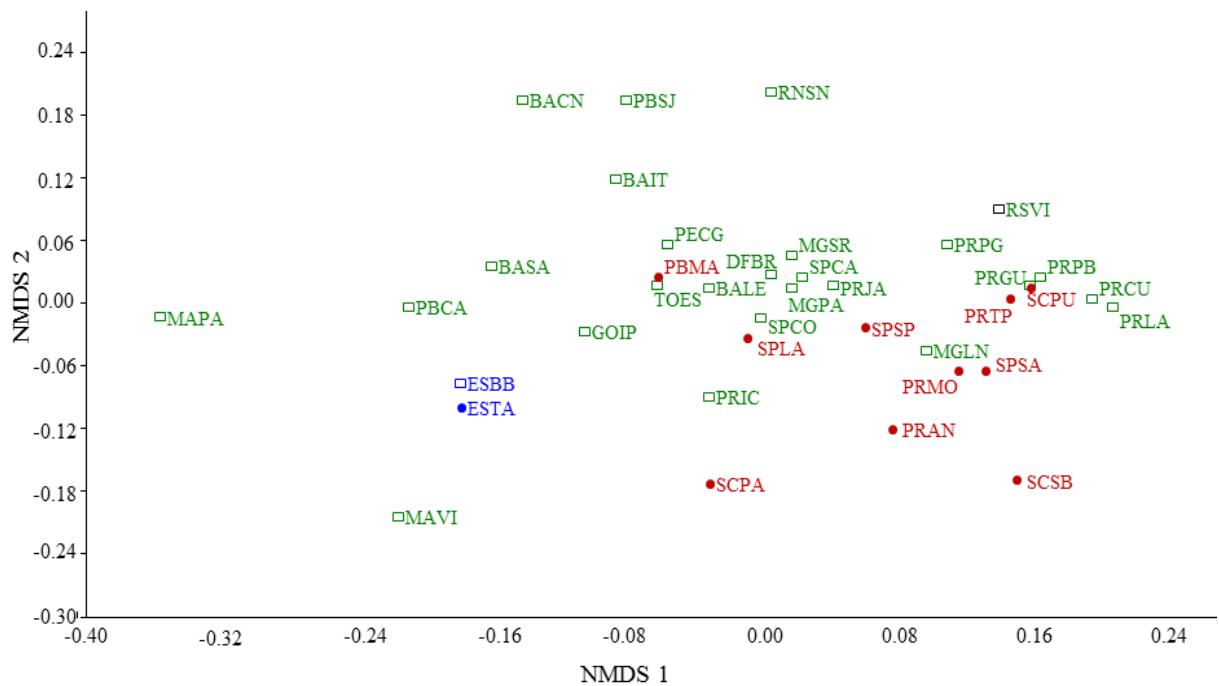


Figura 15: Gráfico da análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). *Stress*= 0,205. Vermelhos representam áreas abertas, verdes representam áreas fechadas e azuis representam as áreas do Parque Estadual de Itaúnas. Códigos de acordo com a Tabela 1.

Este efeito de riqueza no gradiente de ordenação torna-se evidente quando se considera que a riqueza de gêneros é um preditor que explica de forma significativa os escores das localidades para o primeiro eixo do NMDS ( $r^2 = 0,366$ ;  $F_{(1,36)} = 20,785$ ;  $p < 0,001$ ; Figura 16), da mesma forma que a riqueza de espécies ( $r^2 = 0,437$ ;  $F_{(1,36)} = 27,983$ ;  $p < 0,001$ ; Figura 17).



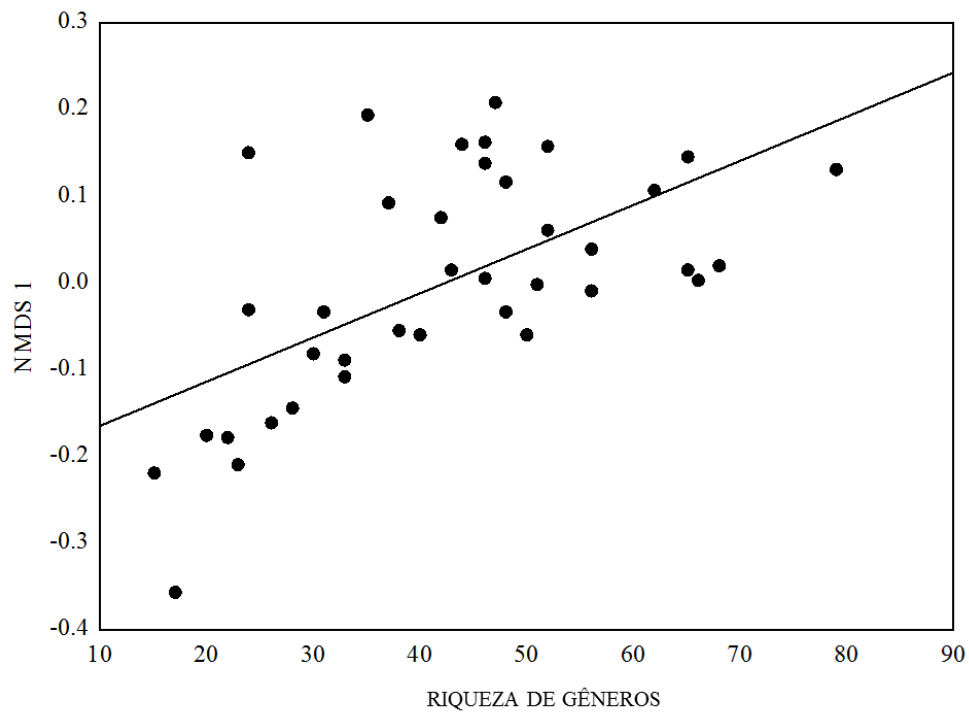


Figura 16: Regressão linear (OLS) entre os valores do eixo 1 do NMDS e a riqueza de gêneros dos levantamentos nas diferentes regiões do Brasil.

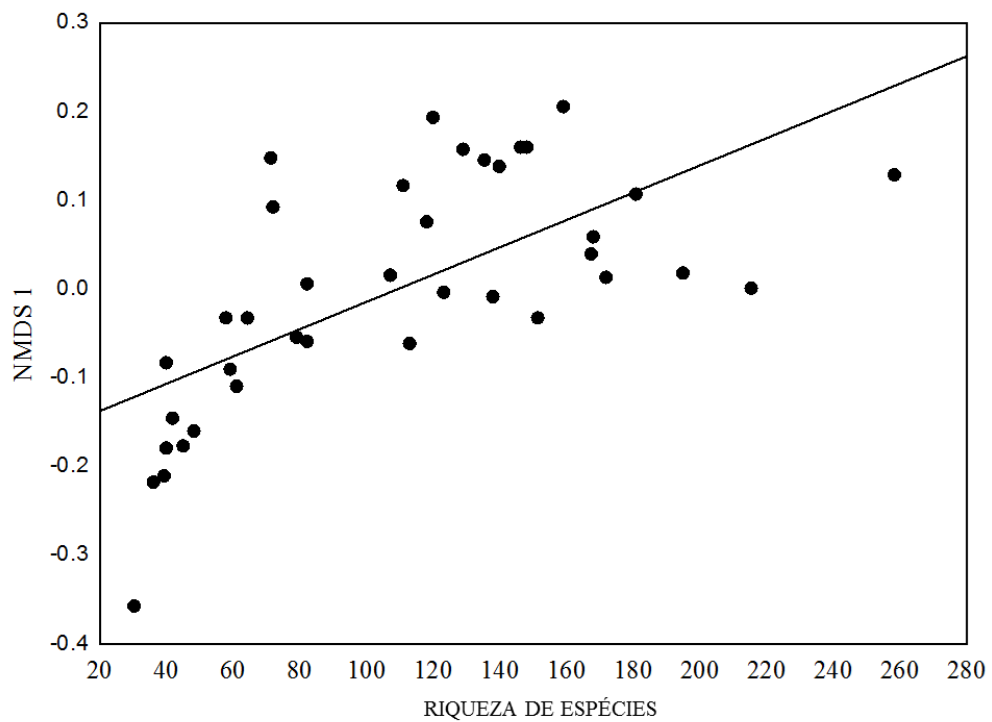


Figura 17: Regressão linear (OLS) entre os valores do eixo 1 do NMDS e a riqueza de espécies dos levantamentos nas diferentes regiões do Brasil.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 A composição, riqueza e diversidade da fauna de abelhas nativas em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes?

Este é o primeiro estudo sobre a apifauna do Parque Estadual de Itaúnas (PEI), e um dos poucos já realizados no Estado do Espírito Santo. As espécies encontradas no Parque indicam que os ambientes do PEI parecem possuir condições para dar suporte à espécies com diferentes exigências, desta maneira, pode ser considerado uma área importante para a conservação, e que pode funcionar como fonte de polinizadores, não somente para o próprio local, como também, para as áreas do entorno.

Os resultados encontrados dão suporte ao padrão observado para outros grupos animais associados à restinga (Lessa *et al.*, 2007; Vargas *et al.*, 2007), sugerindo que a restinga florestal apresenta riqueza em espécies maior que a restinga herbáceo-arbustiva, resultados que indicam que ambientes mais heterogêneos são capazes de suportar maior riqueza de espécies.

A complexidade do ambiente depende do arranjo de suas estruturas físicas (Lassau & Hochuli, 2004), sendo que, essa estrutura é influenciada, principalmente, pela riqueza e composição da comunidade de plantas (Tews *et al.*, 2004), e ainda, diferentes grupos de espécies animais podem estar ligados a ‘‘estruturas chave’’ do ambiente, que determinariam a diversidade de espécies por sua presença, fornecendo recursos específicos, o que pode aumentar a diversidade local (Tews *et al.*, 2004).

As diferentes fisionômicas do PEI podem levar as diferenças observadas na riqueza e diversidade das duas áreas analisadas. Habitats estruturalmente mais heterogêneos podem fornecer recursos diversificados, e conseqüentemente, serem explorados por diferentes espécies (Hortal *et al.*, 2009), e dessa forma, suportar tanto espécies de abelhas generalistas, quanto especialistas, assim como, regiões mais homogêneas parecem favorecer espécies com maior plasticidade ambiental.

A diversidade, levando em consideração tanto o índice de Shannon, quanto a análise gráfica do perfil de diversidade, foi ligeiramente maior em TA, o que pode estar diretamente relacionado aos números de *singletons* e *doubletons* encontrados nas duas áreas. Em TA a quantidade de espécies representadas por apenas um e dois indivíduos foi alta, correspondendo a 84% da amostra. A diversidade de espécies de uma determinada área pode ser influenciada pela grande proporção de espécies raras e pela variação temporal da composição de espécies

(Williams *et al.*, 2001). A restinga florestal supera a estimativa de Coddington *et al.*, (2009), de que cerca de 32% do número de espécies são representadas por um único indivíduo em inventários de artrópodes de comunidades tropicais, sendo a subamostragem a provável causa para a grande percentagem de espécies raras em ecossistemas tropicais, e sugerem reduzir o efeito da subamostragem ampliando o esforço amostral, de forma a adicionar mais indivíduos por espécies ao inventário. A baixa intensidade amostral de muitas espécies coletadas em ambas as áreas do PEI, pode ser um indicativo de que o inventário não está completo.

Em áreas de restinga e dunas litorâneas a riqueza da apifauna variou de 30 a 58 espécies (Schwartz-Filho & Laroca, 1999; Oliveira *et al.*, 2010) considerando estes valores absolutos, sem rarefação, as duas áreas do PEI, analisadas separadamente, apresentaram valores de riqueza intermediários. Nos ambientes litorais do Nordeste, a pouca disponibilidade dos recursos associada aos valores elevados da velocidade de vento e a alta intensidade de luz devem limitar o número das espécies que compõem as assembleias locais de abelhas, fatores que, combinados, parecem funcionar como um filtro ambiental (Viana & Kleinert, 2005).

De forma geral, os estudos sobre a fauna de abelhas em restinga têm mostrado grande abundância de indivíduos com hábito solitário, com corpos grandes, ou médios e robustos, o que pode estar relacionado à capacidade destes indivíduos de forragearem sob elevada velocidade do vento (p.ex. Viana & Kleinert, 2005; Albuquerque *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2010). No PEI estes indivíduos foram representados principalmente pelas tribos Xylocopini e Centridini.

O gênero *Xylocopa*, pode representar até 59% da abundância de indivíduos em levantamentos realizados em ambientes costeiros (p.ex. Viana & Kleinert, 2005), no presente estudo essa observação não foi diferente: na Trilha Buraco do Bicho, o gênero mais abundante foi *Xylocopa*, a maioria das espécies do gênero tem o hábito de nidificar em madeira morta e esse fato está intimamente ligado à distribuição e ocorrência das espécies (Hurd, 1958 apud Bernardino & Gaglianone, 2008). O segundo gênero mais abundante na mesma trilha foi *Centris*, muitas espécies do gênero são residentes em ambientes abertos e com terrenos arenosos, onde nidificam no solo além de, ser um gênero intimamente relacionado com flores produtoras de óleos (Alves-dos-Santos & Gaglianone, 2007).

Foi observado que a maior densidade de indivíduos de Centridini em TBB, pode ter atraído mais parasitas. A abundância de indivíduos do gênero *Mesoplia*, cleptoparasita de ninhos de *Centris* e *Epicharis* (Alves-dos-Santos & Gaglianone, 2007), foi maior em TBB, sendo o quarto gênero mais abundante na área.

Ainda na Trilha Buraco do Bicho, espécies generalistas e com pouca exigência ambiental foram as mais abundantes, como por exemplo, *Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria*, espécie de grande porte, multivoltina, podendo apresentar mais de duas gerações por ano (Bernardino, 2008), e *Pseudaugochlora pandora* que é uma espécie frequente em ambientes costeiros (Viana & Kleinert, 2005; Albuquerque *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2010).

A baixa abundância de meliponíneos na Trilha Buraco do Bicho pode estar relacionada à falta de locais apropriados à nidificação, bem como, à ausência de fontes de alimentos, hipótese utilizada por Neves & Viana (2002), e Zanella & Martins (2004) para explicar a baixa abundância e riqueza de meliponíneos em áreas de Caatinga, e também por Viana & Kleinert (2005) e Oliveira *et al.*, (2010), para explicar a quase ausência do grupo em ambientes litorâneos.

A espécie de meliponíneo mais abundante em TA, foi *Trigona* cfr. *braueri*, que ocorre na Bahia, Espírito Santo, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo. Essa espécie pode utilizar mais de um tipo de substrato para a nidificação, tanto em cavidades de árvores, como o uso das mesmas ou de seus troncos como suporte, formando ninhos aéreos (Sousa, 2014). A segunda espécie de meliponíneo mais abundante foi *Scaptotrigona bipunctata* (Lepeletier, 1836), a espécie constitui um novo registro para o Espírito Santo, levando-se em consideração as informações contidas em Silveira *et al.*, (2002) e no Catálogo Online de Abelhas Moure, também é uma espécie de ampla distribuição, ocorrendo de Santa Catarina até o Maranhão, e ainda no Acre, regiões do Peru, Bolívia e Paraguai (Camargo & Pedro, 2013).

As famílias Andrenidae, Colletidae e Megachilidae são pouco frequentes em ambientes costeiros (Viana & Alves-dos-Santos, 2002), sendo suas espécies, em média, mais abundantes e diversas em direção ao sul do Brasil do que nas latitudes tropicais e equatoriais. Estas diferenças, em parte, refletem a maior ou menor tolerância das abelhas destas famílias às condições climáticas prevalentes ao longo do gradiente latitudinal (Silveira *et al.*, 2002).

Os representantes de Andrenidae e Colletidae foram os gêneros *Oxaea* e *Ptiloglossa* (também um novo registro para o Espírito Santo), respectivamente, ambos apresentam indivíduos de corpos médios e robustos, sendo mais abundantes na restinga herbáceo-arbustiva. Das espécies de Megachilidae coletadas, três são pertencentes à tribo Anthidiini, mesmo a tribo ocorrendo em todo o mundo, a diversidade e abundância locais frequentemente não são muito expressivas (Silveira *et al.*, 2002).

Na Trilha Buraco do Bicho, diferente da Trilha Alméscar, foi observada maior abundância de *Chamaecrista ramosa* var. *ramosa* (Vogel) H.S. Irwin & Baneby (Caesalpinaceae), espécie herbácea com flores pequenas, que oferecem pólen e são polinizadas

exclusivamente por abelhas (Almeida, 2011), nesta espécie, foram coletados muitos indivíduos, o que leva a pensar que, a baixa abundância de muitas espécies e até mesmo a ausência na restinga florestal, pode estar relacionada à dificuldade de amostragem das árvores de grande porte já que, indivíduos de algumas espécies foram avistados forrageando em alturas superiores a 15 metros.

## **5.2 Estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, àquelas de formações mais abertas ou de formações florestais?**

As duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas apresentaram riqueza relativamente alta, em se tratando de restinga, mas ainda bem inferior a encontrada na maioria dos outros ecossistemas (Martins, 1990; Pedro, 1992; Silveira & Campos, 1995; Boaventura, 1998; Jamhour & Laroca, 2004; Maia, 2008), o que reforça o fato já observado por Viana & Alves-dos-Santos (2002), de que levantamentos em ambientes costeiros comumente apresentam baixa riqueza, e esse é o padrão reportado com frequência em estudos realizados nestes ambientes (Madeira-da-Silva & Martins, 2003; Viana & Kleinert, 2005; Oliveira *et al.*, 2010)

A baixa riqueza em restingas não parece ser apenas característica da fauna de abelhas. Em ambientes costeiros, a baixa riqueza de espécies pode ser observada na fauna de anfíbios, (Vilela *et al.*, 2011), cobras e lagartos (Santos *et al.*, 2012), cupins (Vasconcellos *et al.*, 2005), Collembola (Isotomidae) (Rocha-Neves & Mendonça, 2013). Também para morcegos foi sugerido que em ambientes de restinga as densidades sejam menores (Luz *et al.*, 2011).

Outra característica das restingas está relacionada ao baixo número de endemismos, sendo registradas sete espécies de répteis, cinco de anfíbios e uma de ave (Rocha *et al.*, 2005). Esta generalidade dos componentes faunísticos das restingas pode estar relacionada à história de formação recente desse ecossistema e ao fato da flora de restingas ser constituída por componentes de outras formações vegetais, como Amazônia e Cerrado (Araújo, 2000).

Para a fauna de abelhas, de acordo com a visão corrente na literatura, não existem endemismos em restingas, diferente do que ocorre na Caatinga, em que se estima a existência de pelo menos 30 espécies endêmicas (Zanella & Martins, 2003). De maneira geral, a fauna de abelhas em ambientes costeiros parece ser composta por espécies comuns e de ampla distribuição. Os dados obtidos neste trabalho também não evidenciam uma fauna endêmica.

Comparando-se a fauna do PEI com a de outras áreas foi observado que alguns gêneros como *Oxaea*, *Epicharis*, *Paratetrapedia*, *Hyphanthidium*, que são completamente ausentes ou ausentes na maior parte das localidades da Caatinga, são mais bem diversificados no Cerrado (Zanella & Martins, 2003). O gênero *Xylocopa* possui ampla distribuição, apresentando representantes em todos os biomas brasileiros (Zanella & Martins, 2003). A espécie mais abundante no PEI, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria*, ocorre no Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Rio de Janeiro, sendo o Espírito Santo o limite da espécie (March & Alves-dos-Santos, 2013). No Rio de Janeiro a espécie já foi registrada em áreas de restinga, mata estacional semidecidual, mata aluvial, e também em áreas antrópicas (Gaglianone *et al.*, 2006), evidenciando a plasticidade de espécie.

Algumas espécies ocorreriam também na região Amazônica, caso de, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis*, *Scaptotrigona bipunctata*, *Centris* (*Centris*) *flavifrons* e *Centris* (*Trachina*) *longimana*, além do gênero *Ptiloglossa* (Camargo & Pedro, 2013; March & Alves-dos-Santos, 2013). O gênero *Mesoplia* parece um elemento conspícuo na fauna de abelhas de zonas litorâneas, com ocorrência em áreas de dunas na Bahia e no Maranhão (Viana & Alves-dos Santos, 2002; Rêgo & Albuquerque, 2012), restinga na Paraíba e área costeira no Paraná (Viana & Alves-dos Santos, 2002), além de ter registro em área de transição Cerrado-Amazônia no Tocantins (Santos *et al.*, 2004).

Com relação aos meliponíneos de ocorrência no PEI, a espécie mais abundante *Trigona* cfr. *braueri*, se encontra distribuída na Mata Atlântica nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo (Camargo & Pedro, 2013). A espécie *Partamona helleri*, apresenta ampla distribuição, ocorrendo na Mata Atlântica e áreas abertas da Bahia até Santa Catarina (Camargo & Pedro, 2003), em Minas Gerais a espécie ocorre no Cerrado e até mesmo dentro de cidades (Fernando Silveira – comunicação pessoal). Para o Espírito Santo aparece uma população um pouco diferenciada da espécie, indicando que eventos de vicariância mais recentes produziram endemismos menores, e provavelmente seja a espécie encontrada na restinga florestal, os indivíduos foram identificados como *Partamona* aff. *helleri*. Para *Plebeia poecilochroa*, sua distribuição parece estar ligada à zonas mais litorâneas da Mata Atlântica, entre os Estados do Rio de Janeiro e Sergipe (ver Gonçalves & Brandão, 2008).

Em resumo, todos os gêneros e algumas espécies encontrados neste estudo são relativamente comuns no Cerrado, assim como na Mata Atlântica, ocorrem com alguma frequência na Caatinga, e até mesmo na região Amazônica (Zanella & Martins, 2003; Silveira *et al.*, 2002; Camargo & Pedro, 2013), refletindo na inexistência de uma fauna característica

para cada local, e consequentemente, pode explicar a baixa similaridade entre as duas áreas com ambientes abertos e ambientes florestais, de forma mais específica.

De maneira geral, a riqueza das áreas do PEI, levando-se em consideração os valores de riqueza estimada em sub-amostras de 300 indivíduos, ficou mais próxima à riqueza de locais com aspecto aberto, com características severas, e de ambientes alterados pela ação antrópica, sendo comparáveis, portanto, à da área com vegetação do tipo caatinga arbórea aberta, com evidências de interferência humana na Bahia, levantamento BACN (Tabela 1); à do Parque Municipal em Goiás (GOIP), com vegetação de Cerrado e sob influência de ação antrópica; à do levantamento MAVI, realizado no Maranhão em local com vegetação principalmente secundária e arbustiva, sendo que a área específica de coleta era uma capoeira; à área de restinga na Paraíba (PBCA); à de áreas de dunas litorâneas do nordeste (MAPA e BASA), e à de ambiente insular, na Ilha das Cobras, no Paraná (PRIC).

Os altos valores de equabilidade observados nas áreas do PEI estão relacionados ao modo como a abundância de indivíduos esteve distribuída entre as diferentes espécies. Em ESTA (restinga florestal do PEI), área que obteve o maior valor de equabilidade dentre os ambientes costeiros, as duas espécies mais abundantes foram responsáveis por 38% do total da amostra, diferente do que ocorre na maioria dos levantamentos nesses locais, como exemplos, o levantamento realizado em área de restinga na Paraíba (PBCA), em que foram amostrados 974 indivíduos, pertencentes a 39 espécies, excluindo-se *Apis mellifera*. Do total da amostra, três espécies foram responsáveis por 52,2% da abundância total, similar ao que foi observado na restinga herbáceo-arbustiva do PEI (ESBB), em que três espécies foram responsáveis por 49,4% do total de indivíduos; o levantamento realizado em área de dunas e restinga no Maranhão (MAPA), em que foram coletados 2.641 indivíduos pertencentes a 30 espécies sendo que, três espécies foram responsáveis por 43% do total da amostra, com *Centris (Centris) leprieuri* Spinola, 1841, como a mais abundante, com 631 indivíduos, seguida de *Eulaema nigrita* Lepeletier, 1841, com 467 indivíduos e *Eufriesea surinamensis* Linnaeus, 1758, 407 indivíduos.

O levantamento PRIC, realizado em área de vegetação litorânea na Ilha das Cobras, apresentou valor de equabilidade inferior aos já citados, neste levantamento a espécie *Dialictus opacus* (Moure, 1940), foi responsável por 34% do total da amostra, que foi composta por 1.962 indivíduos pertencentes a 58 espécies.

A menor equabilidade foi observada em área restrita de dunas com vegetação de restinga na Bahia (BASA), em que foram coletados 3.376 indivíduos, pertencentes a 48 espécies, também se excluindo *Apis mellifera*. Deste total, 1.760 indivíduos são representantes da espécie

*Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* Ducke, 1910, equivalendo a 52% da amostra. A maior equabilidade foi observada no levantamento SCPU, realizado em área de Floresta Ombrófila Mista, no Rio Grande do Sul, em que foram coletados 498 indivíduos pertencentes a 129 espécies. O levantamento com a maior riqueza SPSA, em que foram coletados 6.748 indivíduos pertencentes a 258 espécies, apresentou valor de equabilidade inferior a de muitos levantamentos, incluindo a restinga florestal (ESTA).

Pode-se dizer que a fauna de abelhas do Parque Estadual de Itaúnas, considerando as duas áreas, seria composta por pequenas populações: Trilha Almésçar 300 indivíduos e Trilha Buraco do Bicho 486 indivíduos, e esse fato pode estar relacionado à baixa intensidade amostral. A maioria dos estudos em áreas de restinga foi realizada em no mínimo 12 meses, e o presente estudo em 10 meses.

Outro fator que poderia ser responsável pela baixa abundância de abelhas no PEI, quando comparada à de outras áreas de restinga, é a presença de extenso eucaliptal no seu entorno, já que, plantios de Eucalipto tem sido responsabilizados por levar à consideráveis níveis de degradação e mudanças nas faunas de insetos em geral (Majer & Recher, 1999) e grupos de abelhas (Lopes *et al.*, 2007) em áreas adjacentes.

Na análise de NMDS os levantamentos PBCA, MAVI, BASA e GOIP, foram os mais próximos às duas áreas do PEI, os mesmos levantamentos que apresentaram valores de riqueza, de certa forma, similares e inferiores a ESTA e ESBB, locais com características severas, com vegetação aberta e/ou alterados e com baixa riqueza. O levantamento que apareceu isolado dos demais foi MAPA, o que obteve o menor valor de riqueza de espécies, e trata-se de área de dunas litorâneas e restinga no Maranhão.

Vale ressaltar que as análises foram realizadas em nível genérico e houve correlação positiva altamente significativa entre o número de gêneros e o número de espécies, o que permite a interpretação de que os locais com maior riqueza de gêneros, de forma geral, apresentam maior quantidade de espécies.

Na análise de NMDS as localidades mais pobres em número de gêneros (e, consequentemente, de espécies) são as que obtiveram os menores escores para o primeiro eixo do gráfico e à medida que os escores tornaram-se maiores, ocorreu um adensamento de localidades com valores mais altos de riqueza. Estas localidades são as mais ricas em espécies, evidenciando que a ordenação das áreas ao longo dos eixos deve sofrer um considerável efeito de riqueza, e sugere que a composição das faunas pode ser explicada por um gradiente de riqueza.



O fato da ordenação das áreas ao longo dos eixos do NMDS ser explicada por um gradiente de riqueza sugere, talvez, a existência de aninhamento. A ideia de aninhamento está necessariamente ligada à perda ordenada de espécies (Ulrich & Almeida-Neto, 2012). Dessa forma, pode ser que haja uma perda não aleatória de espécies nos locais mais pobres, em consequência talvez, dos fatores severos dessas áreas que promovam a desagregação ordenada das assembleias, e essas faunas sejam constituídas por um subconjunto daquelas espécies presentes nas localidades mais ricas, representadas por áreas de Cerrado, Caatinga, Estepes Ombrófilas e áreas florestais. O que parece bem razoável para explicar a baixa riqueza em ambientes de restinga e aparentemente, as faunas de abelhas em ambientes costeiros parecem ser constituídas por uma matriz de espécies de ampla distribuição, sendo predominantes espécies que conseguem tolerar adversidades e passar pelo filtro ambiental ao qual esses locais estão submetidos, caso das espécies de grande porte e solitárias.

Para fins de comparação, o gênero *Xylocopa* representou 59% da amostra total do levantamento BASA, 30% dos indivíduos coletados em ESBB, 21% da amostra de ESTA, 19% do levantamento MAPA e 8% em PBCA, diferente do que ocorre quando se avalia a proporção desse mesmo gênero em ambientes com características mais brandas, no levantamento SPLA, por exemplo, realizado em área de Cerrado em uma Estação Ecológica, representantes do gênero *Xylocopa* perfazem um total de 0,4% da amostra, assim como, em SCPU, realizado em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana, em que o gênero foi responsável por 0,3% da amostra. Assim, ocorre na maioria dos levantamentos realizados em ambientes mais amenos, o que torna essa diferença muito nítida. Ao que parece, as restrições ambientais agem sobre a composição das comunidades e definem a abundância e riqueza das populações.

Em resumo, as duas áreas do PEI foram caracterizadas (i) pela presença de espécies com alta plasticidade com relação à presença em locais com diferentes estruturas de vegetação, e (ii) no caso de TA mais especificamente, pela presença de espécies mais restritivas.

## 6 CONCLUSÕES

- (i) como esperado, a maior riqueza e diversidade foram observadas na restinga florestal.
- (ii) considerando riqueza de espécies e composição, as faunas do PEI foram mais similares às faunas de locais com aspecto aberto, e/ou alterados e com características severas.

(iii) a estruturação da fauna de abelhas que ocorre na restinga parece passar pela atuação de filtros ambientais que estabeleceriam um gradiente ambiental entre as áreas mais ricas e as áreas mais pobres (restingas herbáceo-arbustivas), e uma perda não aleatória de elementos ao longo do gradiente, que seria uma perda relacionada à maior ou menor tolerância a estes ambientes abertos.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.J.C. & MARTINS, C.F. The bee diversity of the Tabuleiro vegetation in the Guaribas Biological Reserve (Mamanguape, Paraíba, Brazil). In: MELO, G.A.R., ALVES-DOS-SANTOS, I. (Eds.): **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**, Editora UNESCO, Criciúma, p. 209–216, 2003.
- AGUIAR, C.M.L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 457–467, 2003.
- AGUIAR, C.M.L. & MARTINS, C.F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba. Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 83, p. 151–163, 1997.
- AGUIAR, C.M.L. & ZANELLA, F.C.V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, v.34, p.15–24, 2005.
- AGUIAR, W.M.; MELO, G.A.R. & GAGLIANONE, M.C. Does Forest Physiognomy affect the Structure of Orchid Bee (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) Communities? A Study in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil. **Sociobiology**, v, 61, n. 1, p. 68-77, 2014.
- ALBUQUERQUE, P.M.C.; CAMARGO, J.M.F. & MENDONÇA, J. A. Bee community of a Beach Dune ecosystem on Maranhão Island, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 6, p. 1005–1018, 2007.
- ALBUQUERQUE, P.M.C., FERREIRA, R.G., RÊGO, M.M.C., SANTOS, C.S. & BRITO, C.M.S. Levantamento da fauna de abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) na região da “Baixada Maranhense”: Vitória do Mearim, MA, Brasil. **Acta Amazônica**. v. 31, p. 419–430, 2001.

- ALMEIDA, M.C. 2003. 206 p. **Taxonomia e biocenótica de Apoidea (Hymenoptera) de áreas restritas de cerrado no município de Jaguariaíva, Paraná, sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Entomologia)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ALMEIDA, N.M., **Biologia reprodutiva de espécies de *Chamaechrista* Moench. (Fabacea-Caesalpinioideae) em uma área de restinga de Pernambuco**. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. & GAGLIONE, M.C. História natural das abelhas coletoras de óleos. **Oecologia Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 544-557, 2007.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. **Ong Mamiraua**, Belém, Pará, 2007.
- ARAÚJO, D.S.D. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. 2000. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BARBOLA, I.F. 2000. 137 p. **Biocenótica de Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita da Floresta Atlântica, Morretes, Paraná, Brasil, e aspectos da ecologia da polinização de *Stachytarpheta maximiliani* (Verbenaceae)**. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BARBOLA, I.F. & LAROCA, S. A comunidade de Apoidea (Hymenoptera) da Reserva Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil). Diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. **Acta Biológica Paranaense**, v. 22, p. 91–113, 1993.
- BERNARDINO, A.S. & GAGLIANONE, M.C. Nest distribution and nesting habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) in a restinga area in the northern Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 3, p. 434-440, 2008.
- BRAZ, D.M.; JACQUES, E.L.; SOMNER, G.V.; SYLVESTRE, L.S.; ROSA, M.M.T.; PEREIRA-MOURA, M.V.L.; GERMANO FILHO, P.; COUTO, A.V.S. & AMORIM, T.A. Restinga de Praia das Neves, ES, Brasil: caracterização fitofisionômica, florística e conservação. **Biota Neotropica**, v.13, n. 3, 2013.
- BOAVENTURA, M.C. **Sazonalidade e estrutura de uma comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) numa área de cerrado do Jardim Botânico de Brasília, Distrito Federal**. 1998.121 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia)- Universidade de Brasília, Brasília.
- BORTOLI, C. & LAROCA, S. Melissocenologia no Terceiro Planalto Paranaense. I: Abundância relativa das abelhas silvestres em um biótopo urbano de Guarapuava (PR, Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v. 26, p. 51–86, 1997.

- CAMARGO, J.M.F. & PEDRO, S.R.M. Meliponini Neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 3, p. 311-372, 2003.
- CAMARGO, J.M.F. & PEDRO, S.R.M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>> Acesso em: 02 dez. 2014.
- CEPEMAR. Plano de manejo do Parque Estadual de Itaúnas. 2004. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp?pagina=16707>> Acesso em: 21/11/2012.
- CLARKE, K.R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v.18, p. 117–143, 1993.
- CODDINGTON, J.A.; AGNARSSON, I.; MILLER, J.A., KUNTNER, M. & HORMIGA, G. Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. **Journal of Animal Ecology**, n. 78, p. 573–584, 2009.
- CURE, J.R. 1983. 100 p. **Estudo ecológico da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) do Parque da Cidade, comparado ao de outras áreas de Curitiba, Paraná**. Dissertação de mestrado. UFPR, Curitiba, Paraná.
- CURE, J.R.; BASTOS FILHO, G.S.; OLIVEIRA, M.J.F. DE & SOUZA, O.F. de. Influencia do tamanho da amostra na estimativa da riqueza em especies em levantamentos de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, p. 101-110, 1991.
- FARIA, L.R.R. & GONÇALVES, R.B. Abiotic correlates of bee diversity and composition along eastern. **Neotropical Apidologia**, v. 44, p. 547–562, 2013.
- FARIA-MUCCI, G.M. & CAMARGO, J.M.F. A flora melitófila e a fauna de Apoidea em um ecossistema de campos rupestres, Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. In: Garófalo, C.A. (Eds.): **Anais do II Encontro sobre Abelhas**, FFCLRP/USP, Ribeirão Preto, p. 217–224, 1996.
- FARIA-MUCCI, G.M., MELO, G.A.R. & CAMPOS, L.A.O. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. In: MELO, G.A.R., ALVES-DOS- SANTOS, I. (Eds.): **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma, p. 241–256, 2003.
- GIARETTA, A. O. **Estrutura e florística de uma floresta de restinga de cordão arenoso em Itaúnas, Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil**. 2010. 76 p. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

- GONÇALVES, R.B.; BRANDÃO, C.R.F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p.51-61, 2008.
- GONÇALVES, R.B. & MELO, G.A.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s.l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, p. 557–571, 2005.
- GONÇALVES, R.B.; MELO, G.A.R. & AGUIAR, A.J.C. A assembléia de abelhas de uma area restrita de campos naturais do Parque Estadual de Vila Velha. Paraná e comparações com áreas de campos e cerrado. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 49, p. 163–181, 2009.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, 2001. Disponível em: < [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).>
- HOFFMANN, M. **Estrutura e importância de uma comunidade de abelhas no Rio Grande do Sul, para a polinização de plantas cultivadas**. 1990.177 p. Tese (Doutorado em Entomologia)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HORTAL, J.; TRIANTIS, K. A.; MEIRI, S.; THÉBAULT, E. & SFENTHOURAKIS, S. Island species richness increases with habitat diversity. **The American Naturalist**, v. 174, n. 6, p. 205–217, 2009.
- IEMA-INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>. Acesso em: 14 out. 2014.
- JAMHOUR, J. & LAROCA, S. Uma comunidade de abelhas silvestres (Hym., Apoidea) de Pato Branco (PRBrasil): diversidade, fenologia, recursos florais e aspectos biogeográficos. **Acta Biol. Par.** v. 33, p. 27–119, 2004.
- KAMKE, R.; ZILLIKENS, A. & STEINER, J. Species richness and seasonality of bees (Hymenoptera, Apoidea) in a restinga area in Santa Catarina, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, n. 1, p. 35–48, 2011.
- KOELLNER, T.; HERSPERGER, A.M. & WOHLGEMUTH, T. Rarefaction method for assessing plant diversity on a regional scale. **Ecography**, v. 27, p. 532–544, 2004.
- KRUG, C. & ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotrop. Entomol.** v. 37, p. 265–278, 2008.

- LASSAU, S. & HOCHULI, D. Effects of habitat complexity on ant assemblages. **Ecography**, v. 27, n. 2, p. 157-164, 2004.
- LESSA, I.C.M.I., RIBEIRO, T. T. L.; COSTA, D.P.; MANGOLIN, R.; ENRICE, M.C. & BERGALLO, H.G. Riqueza de pequenos mamíferos e complexidade de habitats em restingas do Sudeste brasileiro. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Minas gerais, 2007. **Anais eletrônicos**, Minas Gerais, 2007. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/387.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2014.
- LOPES, L.A.; BLOCHTEIN, B. & OTT, A.P. Diversidade de insetos antófilos em áreas com reflorestamento de eucalipto, município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Zoológica, v.97, n.2, p. 181-193, 2007.
- LOPES, P.P.; LOUZADA, J.N.C.; OLIVEIRA-REBOUÇAS, P.; NASCIMENTO, L.M. & SANTANA-REIS, V.P.G. Resposta da comunidade de Histeridae (Coleoptera) a diferentes fisionomias da Vegetação de Restingas no Espírito Santo. **Neotropical Entomology**, v. 3, n. 1, p. 25-31, 2005.
- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. **John Wiley & Sons**, New York, 337 p, 1988.
- LUZ, J.L.; MANGOLIN, R.; ESBERÁRD, C.E.L. & BERGALLO, H.G. Morcegos (Chiroptera) capturados em lagoas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.4, p. 160-188, 2011.
- MADEIRA-DA-SILVA, M.C. & MARTINS, C.F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, Nordeste do Brasil: Abundância, diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 17, p. 75–90, 2003.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988, 179 p.
- MAGURRAN, A.E. **Medindo a diversidade biológica**. (1995). Tradução: Dana Moiana Viana. Curitiba, Editora UFPR, p. 261, 2013.
- MAIA, C.M. **Fauna de abelhas da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Rio Cachoeira no município de Antonina, Paraná**. 2008. 61 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MAJER, J. D. & RECHER, H. F. 1999. Are eucalypts Brazil's friend or foe? An entomological viewpoint. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 2, p.185-200, 1999.
- MATEUS, S. 1998. 163 p. **Abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do cerrado da estação Ecológica de Jataí–Luis Antonio–SP**. Dissertação (Mestrado em

- Entomologia)- Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- MARCHI, P. & ALVES-DOS-SANTOS, I. As abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille (Xylocopini, Apidae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 249-269, 2013.
- MARTIN, N.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILAS-BOAS, G.S. Différentiation sur photographies aériennes des terrasses sableuses marines pléistocènes et holocènes du littoral de l'état de Bahia (Brésil). **Photo interprétation**, v.3, p. 4-5, 1981.
- MARTINS, A.C. & MELO, G.A.R. Has the bumblebee *Bombus bellicosus* gone extinct in the northern portion of its distribution range in Brazil? **Journal Insect Conservation**, v. 14, p. 207–210, 2010.
- MARTINS, C.F. **Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)**. 1990. 139 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MARTINS, C.F. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia. Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 9, p. 225–257, 1994.
- MELO, A. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v.8, n.3, p. 21-27, 2008.
- MELO, G.A.R. Introductory Remarks. In: MOURE, J.S., URBAN, D. AND MELO, G.A.R. (Eds.): **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Sociedade Brasileira de Entomologia, Curitiba, p. 5–11, 2007.
- MICHENER, C.D. Biogeography of the Bees. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p.277-347, 1979.
- MICHENER, C. D. **Bees of the World**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA. 913 p. 2000.
- MINCHIN, P.R. An evaluation of relative robustness of techniques for ecological ordinations. **Vegetation**, v. 69, p.89-107, 1987.
- MILLET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano. Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 625–636, 2008.
- MOUGA, D.M.D.S. & KRUG, C. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em Floresta Ombrófila DensaMontana em Santa Catarina. **Zoologia**, v. 27, p. 70–80, 2010.

- NEVES, E.L. & VIANA, B.F. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio São Francisco, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, p. 571–578, 2002.
- OLIVEIRA, F.S.; MENDONÇA, M.W.A.; VIDIGAL, M.C.S.; RÊGO, M.M.C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p.82–90, 2010.
- PEDRO, S.R.M. **Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajuru, Estado de São Paulo): composição, fenologia e visita às flores**. 1992. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- PIGOZZO, C.M. & VIANA, B.F. Estrutura da rede de interações entre floresta e abelhas em ambiente de Caatinga. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 110-114, mar. 2010.
- PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES DOS SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A.M.P. & SILVEIRA, F.A. Brazilian Bee Surveys: State of Knowledge, Conservation and Sustainable Use. In: KEVAN, P. & IMPERATRIZ FONSECA, V.L. (Eds.): **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** –Ministério do Meio Ambiente. p.115-129, 2002.
- PROJETO ITAÚNAS SUSTENTÁVEL. Encarte do Grupo de condutores ambientais, Itaúnas, ES. 2014.
- RAMALHO, M. **A diversidade de abelhas (Apoidea, Hymenoptera) em um remanescente de Floresta Atlântica, em São Paulo**. 1995. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RÊGO, M.M.C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. de. Biodiversidade de abelhas em zonas de transição no Maranhão. In: Semana dos polinizadores, Petrolina. Palestras e resumos. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 36-57, 2012.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições. 747p. 1997.
- ROCHA, C.F.D.; VAN SLUYS, M.; BERGALLO, H.G. & ALVES, M.A.S. Endemic and threatened tetrapods in the restingas of the biodiversity corridors of Serra do Mar and of the Central da Mata Atlântica in eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, n. 1, p.: 159-168, 2005.



- ROCHA-NEVES, A.C & MENDONÇA, M.C. Composição e diversidade de Isotomidae em diferentes ecossistemas no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.7, n. 2, p 177-192, 2013.
- SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S. & MOURE, J.S. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (Pr), South Brazil - preliminary report. **Journal Fas. Sci Hokkaido Univ.** Ser. 6, Zoology, n.19, p.253-291, 1967.
- SANTIAGO, L.R.; BRITO, R.M.; MUNIZ, T.M.V.L.; OLIVEIRA, F.F. & FRANCISCO, F.O. A fauna apícola do Parque Municipal Cachoeirinha (Iporá, GO). **Biota Neotropica**, v. 9, p. 393–397, 2009.
- SANTOS, M.B.; OLIVEIRA, M.C.L.M & TOZETTI, A.M. Diversity and habitat use by snakes and lizards in coastal environments of southernmost Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, 2012.
- SANTOS, M.F.; CARVALHO, C.A.L. & SILVA, R.F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 34, p. 319–328, 2004.
- SCHWARTZ -FILHO, D. & LAROCA, S. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 28, n. 1,2,3,4, p. 19-108, 1999.
- SILVEIRA, F.A. & CAMPOS, M.J.O. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, p. 371–401, 1995.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R. & ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas Brasileiras – Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, 253 p, 2002.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Version 7., 2004. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acesso em: 20 dez. 2014.
- SOUSA, V.C. de. **Riqueza, abundância realtiva e densidade de ninhos de meliponíneos (Apidae, Meliponini) em duas áreas de estágios sucessionais distintos de vegetação do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo**. 2014. 90 p. Dissertação (Ciências, área de Ecologia)- Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, E.M.L. **Fenologia e relações abelhas/plantas em uma comunidade de Mata Serrana (brejo de altitude) no nordeste do Brasil**. 2003. 173 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)- Universidade Federal de Pernambuco.
- TAURA, H.M. & LAROCA, S. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia,

- diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, n. 30, p. 35-137. 2001.
- TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, M.C; SCHWAGER, M. & JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 79–92, 2004.
- TÓTHMÉRÉSZ, B. Comparison of different methods for diversity ordering. **Journal of Vegetation Science**, v. 6, n. 2, p. 283-290, 1995.
- ULRICH, W. & ALMEIDA-NETO, M. On the meanings of nestedness: back to the basics. **Ecography**, v. 35, p. 01–07, 2012.
- VASCONCELLOS, A.; MÉLO, A.C.S.; SEGUNDO, E.M.V. & BANDEIRA, A. Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro. **Iheringia**, Série Zoológica, Porto Alegre, v. 95, n. 2, p. 127-131, 2005.
- VARGAS, A.B.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M.; QUEIROZ, S. J. M.; SOUZA, G.O. & RAMOS, E.F. Efeitos de Fatores Ambientais sobre a Mirmecofauna em Comunidade de Restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropica Entomology**, v. 36, n. 1, p. 28-37, 2007.
- VIANA, B.F. & ALVES-DOS-SANTOS, I. Bee Diversity of the Coastal Sand Dunes Of Brazil. In: Kevan, P. & Imperatriz Fonseca, V.L. (Eds.): **Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature** – Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.135-153, 2002.
- VIANA, B.F. & KLEINERT, A.M.P. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-13, 2005.
- VILELA, V.M. de F.N.; BRASSALOTI, R.A. & BERTOLUCI, J. Anurofauna da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Sudeste do Brasil: composição de espécies e uso de sítios reprodutivos. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, 2011.
- WARTON, D.I. & HUI, F.K.C. The arcsin is asinine: the analysis of proportions in ecology. **Ecology**, v. 92, p. 3–10, 2011.
- WEISS, G. **A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apidae) do Parque Estadual de Campinhos, Paraná, Brasil**. Monografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- WHITTAKER, R.H. Dominance and diversity in land plant communities. **Science**, v. 147, p. 250–260, 1965.
- WILMS, W. **Die bienenfauna im Küstenregenwald Brasiliens und ihre Beziehungen zu Blütenpflanzen: Fallstudie Boracéia, São Paulo**. 1995. Tese (Doutorado), Fakultät für Biologie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen.

- WILLIAMS, N.; MINCKLEY, M.R. L. & SILVEIRA, F.A. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. *Conservation Ecology*, v. 5, n. 1, p. 7, 2001. Disponível em: < <http://www.ecologyandsociety.org/vol5/iss1/art7/#Introduction> > Acesso em: 12 nov. 2014.
- ZANELLA, F.C.V. Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na Caatinga. In: MELO G.A.R., ALVES-DOS-SANTOS, I. (Eds.): **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**, Editora UNESC, Criciúma, p. 231–240, 2003.
- ZANELLA, F.C.V. & MARTINS, C.F. **Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação**. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (Eds.): *Ecologia e conservação da Caatinga*. p. 75-134, 2003.
- ZANELLA, F.C.V. Abelhas da Ilha do Mel: estrutura da comunidade, relações biogeográficas e variação sazonal. p. 189-208 In: MARQUEZ, M.C.M. & BRITEZ, R.M. de. (Eds.): **História Natural e conservação da Ilha do Mel**. Editora da UFPR, Curitiba. p. 271, 2005.
- ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1999.

## **CAPÍTULO 2**

### **Fauna de Euglossina de duas áreas de restinga do Parque Estadual de Itaúnas, ES – Brasi**

## RESUMO

Foram realizadas coletas em uma área de restinga herbáceo-arbustiva e em uma área de restinga florestal, localizadas no Parque Estadual de Itaúnas, distrito de Itaúnas, município de Conceição da Barra, norte do Espírito Santo, com o objetivo de responder a duas perguntas diretamente relacionadas: 1) as composições, riquezas e diversidades das faunas de Euglossina em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes? 2) estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, àquelas de formações mais abertas ou de formações florestais, no contexto da Floresta de Tabuleiro? As amostragens foram realizadas em duas trilhas do Parque (uma para cada formação), os machos de Euglossina foram capturados através de armadilhas de garrafa *pet*, de novembro de 2013 a agosto de 2014, em coletas mensais. Coletou-se um total de 1.662 machos pertencentes a 17 espécies, distribuídas em quatro gêneros. Do total de espécies, 17 foram coletadas na restinga florestal e 12 na restinga herbáceo-arbustiva. Os resultados mostraram que as duas áreas foram caracterizadas pela presença de espécies com alta plasticidade, espécies aparentemente associadas a ambientes abertos e/ou de borda e, no caso da restinga florestal foi caracterizada pela presença de espécies com maior associação a áreas fechadas e ambientes florestais bem preservados. A riqueza e diversidade foram maiores na restinga florestal, e os valores de riqueza observados nas duas áreas podem estar relacionados à localização do PEI, na região que apresenta o maior *pool* regional de espécies na Floresta Atlântica.

Palavras-Chave: Herbáceo-arbustiva, florestal, Hileia Baiana, levantamento, Mata de Tabuleiro.

## 1 INTRODUÇÃO

A subtribo Euglossina (Hymenoptera, Apidae, Apini sensu Silveira *et al.*, 2002) é composta por cinco gêneros *Eufriesea* Cockerel, 1908, *Euglossa* Latreille, 1802, *Eulaema* Lepeletier, 1841, representados por espécies coletoras de pólen, *Aglae* Lepeletier & Serville, 1825 (gênero restrito à região Amazônica) e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817, representados por espécies cleptoparasitas de ninhos de *Eulaema* e *Eufriesea* (Michener, 2000; Silveira *et al.*, 2002). Euglossina é um grupo amplamente distribuído na região Neotropical, ocorrendo do sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina, sendo que a maior diversidade é encontrada nas florestas tropicais (Moure, 1967).

Euglossina são abelhas com glossa extremamente longa, em algumas espécies maior que o corpo do indivíduo (Rebêlo, 2001), e que formam um grupo monofilético (Cameron, 2004), com características particulares dentro da família Apidae, apresentando frequentemente corpo robusto, integumento geralmente metálico e, no caso dos machos, tíbias das pernas metatorácicas são modificadas para o armazenamento de substâncias aromáticas coletadas principalmente em flores, mas também em fontes não florais, como fungos (Silveira *et al.*, 2002). A função biológica desses compostos ainda não é bem entendida, mas alguns autores sugerem que participem do processo de reconhecimento dos machos pelas fêmeas no momento do acasalamento (Eltz *et al.*, 1999).

Devido à dificuldade de se encontrarem seus ninhos, há escasso conhecimento sobre a biologia da nidificação de Euglossina, com informações disponíveis apenas para aproximadamente 20% das espécies conhecidas (Ramirez *et al.*, 2002).

Estas abelhas são popularmente conhecidas como “abelhas das orquídeas”, pelo fato de apresentarem estreita relação com algumas subtribos da família Orchidaceae (Singer, 2004). Elas desempenham papel fundamental como polinizadoras na região Neotropical, uma vez que são as principais, e geralmente únicas, polinizadoras das plantas onde buscam alimentos e das espécies onde os machos coletam substâncias aromáticas, geralmente em flores de Orchidaceae, Araceae, Gesneriaceae ou Solanaceae (Silveira *et al.*, 2002).

Essa importante função como polinizadores pode estar associada ao fato de possuírem considerável capacidade de voo, sendo capazes de forragear por longas distâncias e visitar plantas repetidamente ao longo do dia, promovendo, o cruzamento entre plantas tropicais que ocorram esparsamente e que apresentem baixa densidade populacional (Janzen, 1971).

O conhecimento sobre a biologia, riqueza e diversidade das espécies do grupo atingiu outro patamar a partir do momento em que iscas aromáticas análogas às aquelas coletadas pelos machos em fontes naturais, passaram a ser utilizadas (Dodson *et al.*, 1969), para captura destes organismos. A partir de então, diversos estudos que puderam revelar alguns padrões para as comunidades de Euglossina foram conduzidos (Aguilar, 2011).

A maioria dos levantamentos focados neste grupo foi realizada em ambientes florestais (Pearson & Dressler, 1985; Becker *et al.*, 1991; Tonhasca *et al.*, 2002; Morato *et al.*, 1992; Silva & Rebêlo, 1999; Nemésio & Silveira, 2006; Farias *et al.*, 2008; Ramalho *et al.*, 2009), sendo que as maiores riqueza e diversidade são encontradas em florestas úmidas, com registro de pelo menos 130 espécies de Euglossina na Bacia Amazônica, 80 espécies na América Central, e aproximadamente 70 espécies na Floresta Atlântica, (ver Nemésio & Silveira, 2007; Nemésio & Rasmussen, 2011).

Em se tratando de Mata Atlântica, é notável a heterogeneidade da riqueza e abundância ao longo de uma distribuição latitudinal: no norte do Espírito Santo, em um grande fragmento florestal de Floresta de Tabuleiro, por exemplo, Bonilla-Gómez (1999) registrou a ocorrência de 31 espécies, sendo essa a maior riqueza local de espécies de abelhas Euglossina no bioma, enquanto, Wittmann *et al.*, (1988), em coletas esporádicas por todo o Estado do Rio Grande do Sul, registraram apenas 5 espécies. Amostragens realizadas no norte do Espírito Santo e sul da Bahia, na região conhecida como Hileia Baiana, importante centro de endemismo (Thomas *et al.*, 1998; Sambuichi *et al.*, 2008), têm revelado altos índices de riqueza para esse grupo, sendo os mais expressivos para a Mata Atlântica (Nemésio, 2011; 2012; 2013b)

Sydney *et al.*, (2010) apresentaram resultados tratando dos padrões gerais de distribuição das espécies na Região Neotropical, e atribuíram a existência de um gradiente latitudinal de riqueza e composição de espécies ao longo do litoral da Floresta Atlântica à grande extensão norte-sul desta formação florestal. Diferentes formações vegetacionais dentro de um mesmo domínio podem apresentar faunas de Euglossina diferentes (Aguilar *et al.*, 2014) e mais uma vez, no caso particular da Floresta Atlântica, uma distribuição pronunciada entre as faunas de áreas litorâneas e de interior também parece existir (Nemésio & Silveira, 2007; Sydney *et al.*, 2010).

Segundo Souza *et al.*, (2005), as diferenças nas composições das comunidades de Euglossina entre diferentes regiões, podem estar relacionadas as particularidades dos locais em que são realizados os estudos, como, clima, solo, diferenças na composição das espécies vegetais, disponibilidade de recursos de cada área, além, claro, dos fatores históricos. Para Nemésio & Silveira (2006) a abundância de Euglossina pode ser influenciada por pequenas

alterações na incidência da luz, temperatura e umidade e até mesmo pela dispersão do odor dentro da floresta.

Na Mata Atlântica, pesquisas estão restritas geograficamente e realizadas principalmente em áreas fragmentadas, com poucas exceções (Ramalho *et al.*, 2009; Nemésio & Silveira, 2007; Aguiar & Gaglianome, 2008). Poucos trabalhos foram realizados em áreas com vegetação característica como restinga (Farias *et al.*, 2008) e dunas litorâneas (Viana *et al.*, 2002) e, com relação às áreas de vegetação de Tabuleiros, formação muitas vezes adjacente as restingas do Espírito Santo, destacam-se os trabalhos de Bonilla-Gomez (1999), Souza *et al.*, (2005), Aguiar & Gaglianone (2008), Aguiar (2011), Nemésio, (2011; 2012; 2013a) e Coswosk *et al.*, (em preparação). O resultado destes levantamentos reforça a hipótese de que a composição faunística de Euglossina em áreas litorâneas é diferente das faunas de matas de interior (ver também Mattozo *et al.*, 2011).

Estudos de ecologia são essenciais para que, juntamente com trabalhos que envolvam, por exemplo, biogeografia possam ser utilizados para corroborar, testar padrões e avaliar hipóteses.

Diante do que já foi exposto, o objetivo principal do capítulo é responder a perguntas diretamente relacionadas:

- as composições, riquezas e diversidades das faunas de abelhas Euglossina em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes?

Para testar a hipótese de que as duas áreas são diferentes para os parâmetros acima, avaliou-se a predição que a riqueza e a diversidade na restinga florestal sejam mais altas do que na restinga herbáceo-arbustiva.

- no contexto da Floresta de Tabuleiro (e áreas afins), as faunas de Euglossina da restinga florestal e da restinga herbáceo-arbustiva seriam mais próximas, respectivamente, às faunas de áreas mais fechadas ou mais abertas?

Neste caso, avaliou-se a predição que a fauna encontrada na restinga florestal seja mais similar às de áreas florestais e a fauna da restinga herbáceo-arbustiva seja mais similar às de formações mais abertas.

Com relação à composição, em ambos os casos, as análises foram exploratórias.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a riqueza, diversidade e composição das faunas de Euglossina em duas áreas de restinga com diferentes fitofisionomias, localizadas no Parque Estadual de Itaúnas, município de Conceição da Barra, norte do Estado do Espírito Santo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar a fauna de Euglossina de uma área de restinga herbáceo-arbustiva e de uma área de restinga florestal do Parque Estadual de Itaúnas.
- Avaliar e comparar as riquezas, composições e diversidades de espécies das duas áreas.
- Explorar analiticamente se as faunas de Euglossina nas áreas de restinga herbáceo-arbustiva e restinga florestal apresentam características das faunas de formações mais abertas ou de formações mais fechadas, respectivamente.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Áreas de Estudo**

As áreas de estudo foram as mesmas detalhadas no Capítulo 1.

### **3.2 Amostragens e identificação**

As coletas de dados foram realizadas de novembro de 2013 a agosto de 2014, uma vez por mês, um dia em cada trilha (em dias consecutivos), sendo que, nos meses de janeiro e fevereiro, as coletas foram realizadas em intervalos de tempo menores para aumentar o esforço amostral no período de maior atividade dessas abelhas (Neves & Viana, 1997; Farias *et al.*, 2008; Ramalho *et al.*, 2009; Aguiar *et al.*, 2014). Dessa forma, no mês de fevereiro foram realizadas duas coletas, perfazendo um total de 11 coletas em cada trilha.

Para a coleta de machos da subtribo Euglossina foram utilizadas armadilhas baseadas no modelo proposto por Campos *et al.*, (1989) e modificado por Nemésio & Morato (2006) e Mattozo *et al.*, (2011). Cada armadilha consiste de uma garrafa plástica do tipo *pet* (29,5 cm de altura por 9,5 cm de diâmetro). Em cada garrafa, encontra-se um par de orifícios, um em direção

oposta ao outro, e feitos em alturas diferentes: o primeiro orifício a 8 cm do limite superior da garrafa e o segundo, oposto ao primeiro, a 14 cm do limite superior da garrafa. Este procedimento permite a existência de aberturas orientadas em duas direções diferentes. Pequenos funis são acoplados em cada um dos orifícios, deixando uma margem livre que foi lixada para que não ficasse escorregadia e que funcionam como uma “plataforma de aterrissagem” para as abelhas atraídas às armadilhas (Figura 1). No interior de cada armadilha, foi pendurado um cotonete, embebido em uma substância aromática específica. Foram utilizados sete compostos aromáticos: acetato de benzila, beta-ionona, cinamato de metila, eucaliptol, eugenol, salicilato de metila e vanilina.

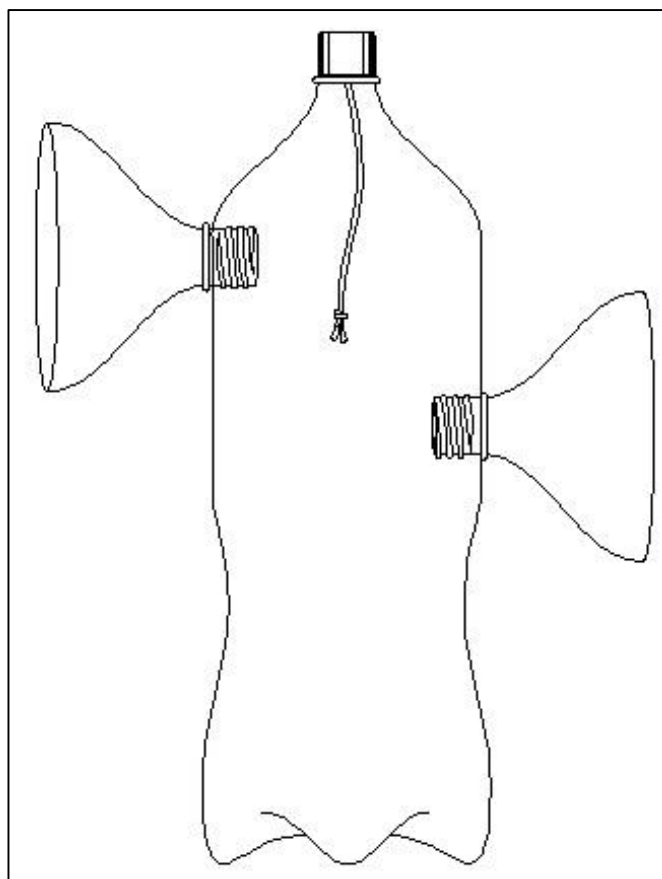


Figura 1: Representação esquemática da armadilha utilizada para a captura dos machos de *Euglossina*

Cinco pontos amostrais fixos durante todo o trabalho, distantes uns dos outros em média 200 metros, e distribuídos em lados alternados da trilha, foram estabelecidos em cada trilha. Na Trilha Buraco do Bicho, a distância entre pontos variou ligeiramente devido, por exemplo, à existência de áreas alagadas adjacentes à trilha e que impediam a instalação do conjunto de

armadilhas exatamente na distância planejada. Na Trilha Alméscar os pontos foram distribuídos ao longo de 700 m, distantes uns dos outros cerca de 140 m, também em lados alternados. Essa diferença deve-se ao fato de a Trilha apresentar-se como um mosaico de fisionomias, sendo a parte mais arbórea e florestal a escolhida para a instalação das armadilhas (Figura 2). Em cada um dos pontos, em ambas as trilhas, um conjunto composto por sete armadilhas (totalizando 35 armadilhas por trilha), ficaram disponíveis às abelhas ao longo de um intervalo de 7 horas (entre 07:00h e 14:00h), em um total de 77 horas de coleta em cada trilha. As armadilhas ficaram penduradas em um varal a aproximadamente 1,5 m do solo e distantes 1 m entre si. Ao término do período de amostragem, as abelhas aprisionadas nas armadilhas foram sacrificadas com álcool 70%, e colocadas em recipientes com data, ponto amostral e essência visitada.

A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de chaves dicotômicas (Rebêlo & Moure, 1996; Faria & Melo, 2007; Nemésio, 2009; Faria & Melo, 2012), e através de consulta à especialistas.

O material foi tombado como parte componente da Coleção Zoológica Norte Capixaba (CZNC), do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/UFES).

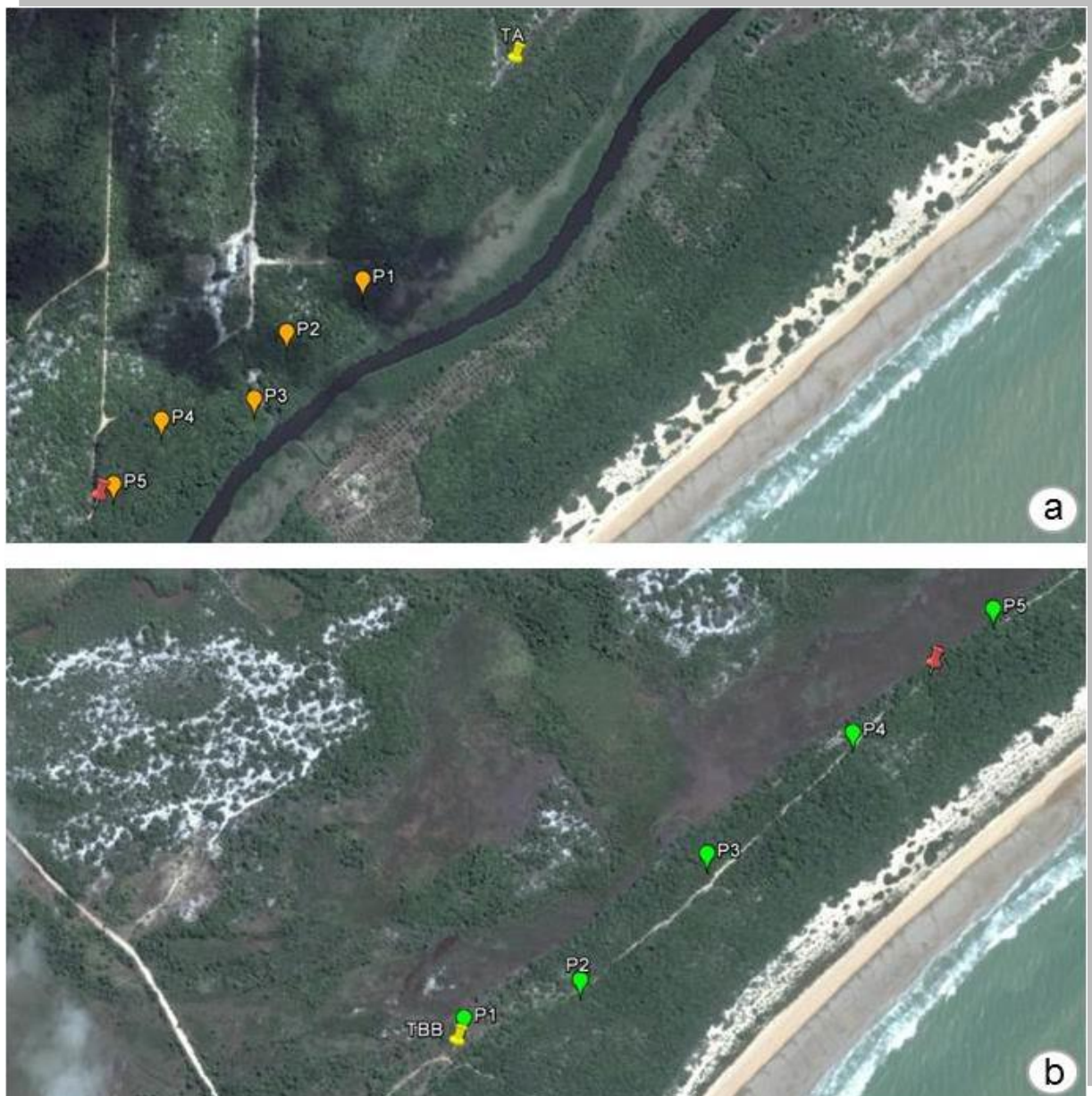


Figura 2: Disposição dos pontos de coleta ao longo das trilhas, com marcação do início e fim do transecto de ambas. Indicadores amarelos representam o início do transecto e os vermelhos o final do transecto. a) Trilha Almés-car. b) Trilha Buraco do Bicho. Modificada do Google Earth 2014.

### 3.3 Análise dos dados

#### 3.3.1 Riqueza e equabilidade

Para obter uma estimativa da riqueza e equabilidade das espécies foi construído um Rank-Abundance Plot (Whittaker, 1965). Nele, as espécies são apresentadas em sequências decrescentes de abundância ao longo do eixo das abscissas, que evidenciam os padrões contrastantes da riqueza de espécies (Magurran, 2013). A equabilidade é interpretada pela

inclinação das curvas. Curvas mais inclinadas possuem menor equabilidade e o comprimento da cauda representa a riqueza de espécies (Melo, 2008). Para verificar se houve diferença entre a riqueza de espécies das duas áreas foi realizado o teste G (teste de aderência não paramétrico) (Zar, 1999).

### 3.3.2 Diversidade

Para verificar se houve diferença entre a diversidade nas duas trilhas foi utilizado perfil de diversidade para a ordenação gráfica da diversidade nas duas áreas. A validade de comparar diversidades entre amostras pode ser criticada devido à escolha arbitrária do índice de diversidade. Os valores de diversidade, Índice de Shannon ( $H'$ ) e Índice de Simpson diferem basicamente no peso em que se dá para espécies raras. No caso de riqueza de espécies, o peso é máximo: espécies raras possuem o mesmo peso de espécies comuns; no caso do Índice de Shannon, o peso é intermediário; e no Índice de Simpson, o peso de espécies raras é pequeno (Melo, 2008). Uma série de índices de diversidade pode ser comparada, sendo que uma maneira de fazer isso é definir uma família de índices de diversidade que dependem de um único parâmetro (Tóthmérész, 1995). O programa PAST usa o exponencial do índice de Renyi, que permite um contínuo de possibilidades de medidas de diversidade de acordo com o parâmetro  $\alpha$ , em que  $\alpha=0$  indica o número total de espécies de uma comunidade;  $\alpha=1$  indica um índice proporcional ao Índice de Shannon e  $\alpha=2$  índice que se comporta como o índice de Simpson.

Os valores do índice de Shannon-Wiener calculados para cada área foram comparados pelo “teste t” proposto por Hutcheson (Zar, 1999) e adicionalmente através da técnica de reamostragem de *bootstrap*.

## 3.4 Comparações das faunas de Euglossina

### 3.4.1 Banco de dados

Os critérios para a seleção dos estudos considerados na comparação entre as faunas de Euglossina foram: (i) estudos que empregaram essências aromáticas para a atração de machos de Euglossina, com o uso de garrafas-armadilha e/ou iscas ativas; (ii) tenham utilizado pelo menos três essências aromáticas, sendo uma delas, necessariamente, cineol/eucaliptol; (iii) realizados na Mata Atlântica, do norte do Rio de Janeiro ao nordeste, locais com vegetação característica de Tabuleiro ou sob influência, com altitudes de até 200m visto que, estas formações não atingem altitudes superiores a esta (Rizzini, 1979), e locais com vegetação

característica de litoral. No total foram selecionados 19 trabalhos incluindo o presente estudo, totalizando 39 pontos de amostragem. As coordenadas geográficas foram utilizadas para mensurar a altitude dos trabalhos em que essa não foi fornecida.

A lista dos trabalhos selecionados encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Trabalhos selecionados para as análises deste estudo. A= Armadilha; R= Rede; RE= Riqueza de espécies. RE\*= Riqueza de espécies estimada em uma amostra aleatória de 120 indivíduos. \*Locais em que o tamanho específico da área de estudo não foi informado. ? Altitude não informada. ?? Área não informada. \*\*Não foi utilizado na análise de rarefação por ter sido realizado em vários ambientes com características muito diferentes.

Código	Local	Método Captura	Nº de essências	Área (ha)	Altitude (m)	RE	RE*	Referência
PBGTA	Mamanguape e Rio Tinto, PB	A	6	3.378	~200	5	3	Souza <i>et al.</i> (2005)
PBGTR	Mamanguape e Rio Tinto, PB	A	6	3.378	~200	6	4	Souza <i>et al.</i> (2005)
RJMFU	São Francisco do Itabapoana, RJ	A	7	135	~30	10	5	Aguiar & Gaglianone (2008)
RJFF2	São Francisco de Itabapoana, RJ	A	5	5,5	16	5	5	Aguiar & Gaglianone (2012)
RJFF1	São Francisco de Itabapoana, RJ	A	5	16	40	6	5	Aguiar & Gaglianone (2012)
RJMCP	São Francisco do Itabapoama, RJ	A	7	1.053	~50	9	5	Aguiar & Gaglianone (2008)
RJFF3	São José de Ubá, RJ	A	5	4	200	6	5	Aguiar & Gaglianone (2012)
BAVAL	Cajaíba, BA	A	5	-	~5	12	6	Neves & Viana (1997)
PBGMA	Mamanguape e Rio Tinto, PB	A	6	3.378	~200	11	6	Souza <i>et al.</i> (2005)
RJFF6	São José de Ubá, RJ	A	5	6,6	200	7	6	Aguiar & Gaglianone (2012)

Continua

Código	Local	Método Captura	Nº de essências	Área (ha)	Altitude (m)	RE	RE*	Referência
RJFF5	São José de Ubá, RJ	A	5	2	200	6	6	Aguiar & Gaglianone (2012)
RJEST	Silva Jardim, RJ	A	7	21	~50	8	6	Ramalho <i>et al.</i> (2009)
RJMCQ	São Francisco do Itabapoama, RJ	A	7	1.053	~50	11	6	Aguiar & Gaglianone (2008)
RJAND	Silva Jardim, RJ	A	7	145	~150	8	7	Ramalho <i>et al.</i> (2009)
RJAFT	Silva Jardim, RJ	A	7	19	~150	9	7	Ramalho <i>et al.</i> (2009)
PBJPU	João Pessoa, PB	A	7	5,64	~40	8	8	Bezerra & Martins (2001)
PBJPB	João Pessoa, PB	A	7	471	~40	9	8	Bezerra & Martins (2001)
ESBB	Conceição da Barra, ES	A	7	3.481*	~10	12	9	Presente estudo
RJRBU	Silva Jardim, RJ	A	7	3.126	~100	17	10	Ramalho <i>et al.</i> (2009)
ESTA	Conceição da Barra, ES	A	7	3.481*	~10	17	11	Presente estudo
PBRTR	Mamanguape, PB	R	6	14.640*	~10	7	3	Farias <i>et al.</i> (2008)
BAABA	Salvador, BA	A/R	5	8,2	~30	7	4	Viana <i>et al.</i> (2002)
PBRTM	Mamanguape, PB	R	6	14.640*	~10	9	5	Farias <i>et al.</i> (2008)
BAITP	Itamaraju, BA	R	17	1	30	7	6	Nemésio (2013c)
RJMCA	São Francisco de Itabapoana, RJ	A/R	5	1.2	40	10	7	Aguiar <i>et al.</i> (2014)
BAUES	Santa Cruz Cabrália, BA	R	17	1.3	40	18	12	Nemésio (2014)

Continua

Código	Local	Método Captura	Nº de essências	Área (ha)	Altitude (m)	RE	RE*	Referência
BAGUA	Guaratinga, BA	R	17	200	200	14	12	Nemésio (2012)
ESRCV	Pinheiros, ES	R	16	1.85	120, 120	17	13	Nemésio (2011)
ESFRP	Conceição da Barra, ES	R	16	2.83	18, 40	19	14	Nemésio (2011)
BAVER	Santa Cruz Cabrália, BA	R	17	6	90, 110	17	14	Nemésio (2013d)
BAITM	Itamaraju, BA	R	17	150	100	22	16	Nemésio (2013a)
ESSOO	Sooretama, ES	R	17	24	60	20	16	Nemésio (2013a)
ESRVL	Linhares, ES	R	17	22	50, 50, 50, 45	21	16	Nemésio (2013a)
BAPPB	Porto Seguro, BA	R	17	8.5	90, 90	18	17	Nemésio (2013d)
ESRCG	Conceição da Barra, ES	R	16	1.504	52	20	17	Nemésio (2011)
BAUNA	Una, BA	R	17	18	60, 60, 50	26	17	Nemésio (2013b)
BAPND	Prado, BA	R	17	21.213	50, ?, 80	29	19	Nemésio (2013c)
BAPMP	Porto Seguro, BA	R	17	22.383	136, 100, 60	36	19	Nemésio (2013c)
BAITG	Itamaraju, BA	R	17	300	25	26	20	Nemésio (2013c)
PEBUJ**	Goiana, PE	R	5	476	95	16		Milet- Pinheiro & Schlindwein (2005)

As listas de espécies de cada estudo foram compiladas para que uma matriz de presença e ausência de espécies por área fosse gerada.



A fim de comparar a riqueza nos diferentes estudos, foi utilizado o método de rarefação baseado no número de indivíduos. Esta técnica é usada para estimar a riqueza esperada em uma sub-amostra de espécimes selecionados aleatoriamente de uma amostra maior (Koellner *et al.*, 2004). Foi utilizado um subconjunto padronizado de 120 indivíduos para permitir uma sub-amostragem com o menor número de abelhas coletadas nos levantamentos selecionados, este valor é referente à abundância total do levantamento RJFF2 (Número 4, Tabela 1).

Para comparar a composição das faunas de Euglossina das duas restingas com as de outros levantamentos realizados em áreas de restinga, Mata Atlântica e Mata de Tabuleiro, foi realizada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), com a utilização do índice de Jaccard. Esta análise é uma técnica aplicável à análise de amplos gradientes ambientais, uma vez que não tem como premissa a utilização de dados lineares (Ludwig & Reynolds, 1988) e é considerada por muitos ecólogos como um dos métodos de ordenação mais robustos (Minchin, 1987).

Os valores dos primeiros dois eixos do NMDS foram então selecionados para serem analisados como as variáveis de composição das assembleias.

Inicialmente foi utilizada a correlação de Pearson para explorar as relações entre os descritores dos conjuntos selecionados (Riqueza de espécies, altitude, tamanho do fragmento e proporção de indivíduos em conjunto das espécies *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita* em cada levantamento).

Em seguida, modelos lineares (OLS) foram utilizados para testar a efeito dos preditores sobre a ordenação das assembleias. A abordagem de seleção do modelo foi realizada utilizando o Critério de Informação de Akaike (AIC) (Burnham & Anderson, 2002). O procedimento foi utilizado para reconhecer o melhor entre todos os modelos possíveis, ou seja, todas as combinações diferentes dos preditores. Para evitar o problema da multicolinearidade, os valores de variância dos fatores de inflação (VIFs) e do número de condição (CN) foram analisados para cada modelo (ver, por exemplo, O'Brien (2007)). Os valores de VIF inferiores a 10 (Mason *et al.*, 1989) e valores de CN inferiores a 5 (Lazaridis, 2007) foram considerados como uma indicação de que a multicolinearidade não foi problema para um determinado modelo. Quando um modelo foi composto por variáveis ou tipos (bióticas ou abióticas), uma análise de regressão parcial foi realizada para avaliar a proporção da variância explicada para cada tipo de variável.

Em todos os casos, o valor de um teste foi considerado significativo quando a probabilidade de erro associada ao resultado foi menor que 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). A verificação de normalidade em todos os casos foi feita por meio do teste de Jarque-Bera. Nos casos em que a normalidade não foi observada, os dados foram transformados de acordo com o procedimento

logit recomendado por Warton & Hui (2011) para índices e porcentagens, ou por técnicas recomendadas para dados de abundância e riqueza (p. ex. Magurran, 1988).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas BioEstat (Ayres *et al.*, 2007), PAST (Hammer *et al.*, 2001), Statistica 7.0 (Statsoft, 2004), e SAM (Rangel *et al.*, 2010).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Comparação entre as composições das faunas de Euglossina das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas

Foram amostrados 1.662 machos de abelhas da subtribo Euglossina, pertencentes a quatro gêneros e 17 espécies nas duas trilhas estudadas.

Na Trilha Almésçar foram amostrados 838 indivíduos pertencentes a quatro gêneros e 17 espécies. Na Trilha Buraco do Bicho foram amostrados 824 indivíduos, pertencentes a quatro gêneros e 12 espécies, distribuídos de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição do número de espécies e indivíduos por gênero nas duas trilhas amostradas no Parque Estadual de Itaúnas, ES.

Gênero	TBB		TA	
	Riqueza	Abundância	Riqueza	Abundância
<i>Euglossa</i>	7	586	10	420
<i>Eulaema</i>	4	233	4	394
<i>Exaerete</i>	1	5	2	21
<i>Eufriesea</i>	-	-	1	3
TOTAL	12	824	17	838

Cinco espécies foram exclusivas em TA (*Eufriesea atlântica* Nemésio, 2008; *Euglossa avicula* Dressler, 1982; *Euglossa gaianii* Dressler, 1982; *Euglossa iopoecila* Dressler, 1982; *Exaerete frontalis* (Guérin, 1844)) e nenhuma foi exclusiva em TBB (Tabela 3).

Tabela 3: Registro de espécies por trilha no Parque Estadual de Itaúnas, ES.

ESPÉCIES	TA	TBB
<i>Eufriesea atlantica</i> Nemésio		
<i>Euglossa avicula</i> Dressler		
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)		
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure		
<i>Euglossa gairanii</i> Dressler		
<i>Euglossa ignita</i> Smith		
<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell		
<i>Euglossa iopocila</i> Dressler		
<i>Euglossa liopoda</i> Dressler		
<i>Euglossa milenae</i> Bembé		
<i>Euglossa securigera</i> Dressler		
<i>Eulaema atleticana</i> Nemésio		
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius)		
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier		
<i>Eulaema niveofasciata</i> (Friese)		
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin)		
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin)		

Nas duas trilhas, *Euglossa cordata* (Linnaeus) foi a espécie mais abundante, com 317 indivíduos amostrados em TA e 481 em TBB, seguida de *Eulaema atleticana* Nemésio com 193 e 112 indivíduos, *Eulaema nigrita* Lepeletier com 146 e 76 indivíduos, respectivamente. Estas três espécies constituem aproximadamente 80% do total da amostra. A ordenação decrescente das cinco espécies mais abundantes nas duas trilhas foi a mesma, *Euglossa cordata* > *Eulaema nigrita* > *Eulaema atleticana* > *Euglossa fimbriata* > *Eulaema cingulata* (Figura 3).

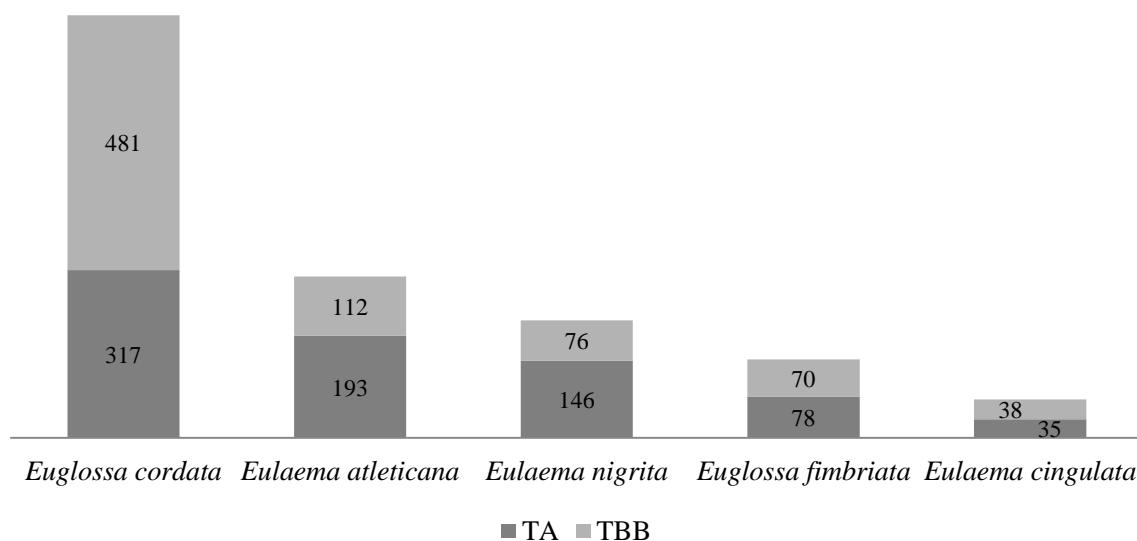


Figura 3: Abundância de indivíduos das cinco espécies mais abundantes em cada área. Números nas barras representam as abundâncias.

Com relação aos compostos aromáticos, em TA, eucaliptol foi o mais atrativo (275 indivíduos), seguido de  $\beta$ -Ionona (255 indivíduos). Já em TBB, essa ordem se inverteu,  $\beta$ -ionona foi o mais atrativo (337 indivíduos), seguido de eucapiltol (274 indivíduos). Todos os compostos utilizados foram atrativos. As espécies coletadas e suas abundâncias em cada trilha e em cada composto estão listadas na Tabela 4.

ESPÉCIES	Trilha Alméscar								Trilha Buraco do Bicho								Total Geral
	EU	EG	BI	VN	CM	SM	AB	Total	EU	EG	BI	VN	CM	SM	AB	Total	
<i>Eufriesea atlantica</i> Nemésio	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Euglossa avicula</i> Dressler	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus)	85	2	211	1	18	0	0	317	156	22	282	0	20	0	1	481	798
<i>Euglossa fimbriata</i> Moure	22	0	18	0	8	0	0	48	29	6	31	0	4	0	0	70	118
<i>Euglossa gaianii</i> Dressler	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euglossa ignita</i> Smith	4	0	1	0	2	4	23	34	5	2	0	0	2	1	9	19	53
<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell	1	1	0	0	0	4	4	10	0	0	1	0	0	0	0	1	11
<i>Euglossa iopoecila</i> Dressler	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Euglossa liopoda</i> Dressler	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3
<i>Euglossa milenae</i> Bembé	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3
<i>Euglossa securigera</i> Dressler	0	2	0	0	0	0	0	2	4	9	0	0	0	0	0	13	15
<i>Eulaema atleticana</i> Nemésio	56	9	7	0	26	80	15	193	29	1	8	1	21	41	11	112	305
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius)	2	2	15	11	0	0	5	35	1	2	12	11	0	1	11	38	73
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	101	2	1	42	0	0	0	146	49	0	0	26	1	0	0	76	222
<i>Eulaema niveofasciata</i> (Friese)	0	0	0	0	8	11	1	20	0	0	0	3	4	0	0	7	27
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin)	1	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin)	1	4	0	4	5	2	2	18	1	3	1	0	0	0	0	5	23
Abundância por área	838 indivíduos								824 indivíduos								1.662
Riqueza por área	17 espécies								12 espécies								

## 4.2 Comparação entre as riquezas e equabilidades das faunas de Euglossina das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas.

As curvas obtidas para importância das espécies (Rank-Abundance Plot) representam a forma como a abundância se distribuiu entre as espécies (Figura 4).

O comprimento da cauda representa a riqueza de espécies, evidenciando a maior riqueza em TA. A equabilidade é interpretada pela inclinação da curva, a curva mais inclinada possui menor equabilidade (Melo, 2008). Nesse caso, TA apresentou maior equabilidade e menor dominância, embora a diferença entre as inclinações tenha sido bem pequena.

O teste G revelou que a riqueza entre as duas áreas não foi significativamente diferente ( $G = 2,901$ ;  $p = 0,0885$ ).

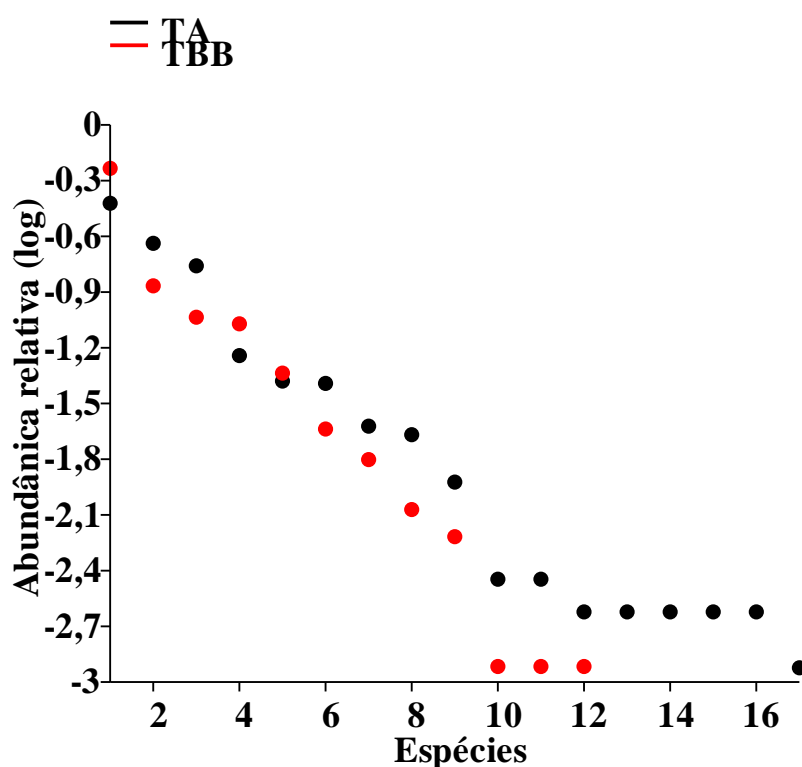


Figura 4: Importância das espécies (Rank-abundance plot, Whittaker 1965) de acordo com a abundância relativa em escala logarítmica, dos machos de Euglossina coletados entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas.

### 4.3 Comparação entre as diversidades das faunas de Euglossina das duas áreas do Parque Estadual de Itaúnas

Segundo o perfil de diversidade, a diversidade encontrada na Trilha Alméscar é superior a encontrada na Trilha Buraco do Bicho, independente do índice de diversidade utilizado (diferentes valores de alfa) (Figura 5).

Com relação ao índice de Shannon-Wiener, encontrou-se um valor de  $H' = 1,58$  para TA e  $H' = 1,40$  para TBB. Ao se aplicar o teste t de Hucheson (Zar, 1999), constatou-se que há diferença significativa entre a diversidade das duas áreas ( $t = 6,35$ ;  $p = 0,000$ ), assim como o resultado obtido pelo método Bootstrap para a comparação dos índices de diversidade ( $p < 0,05$ ).

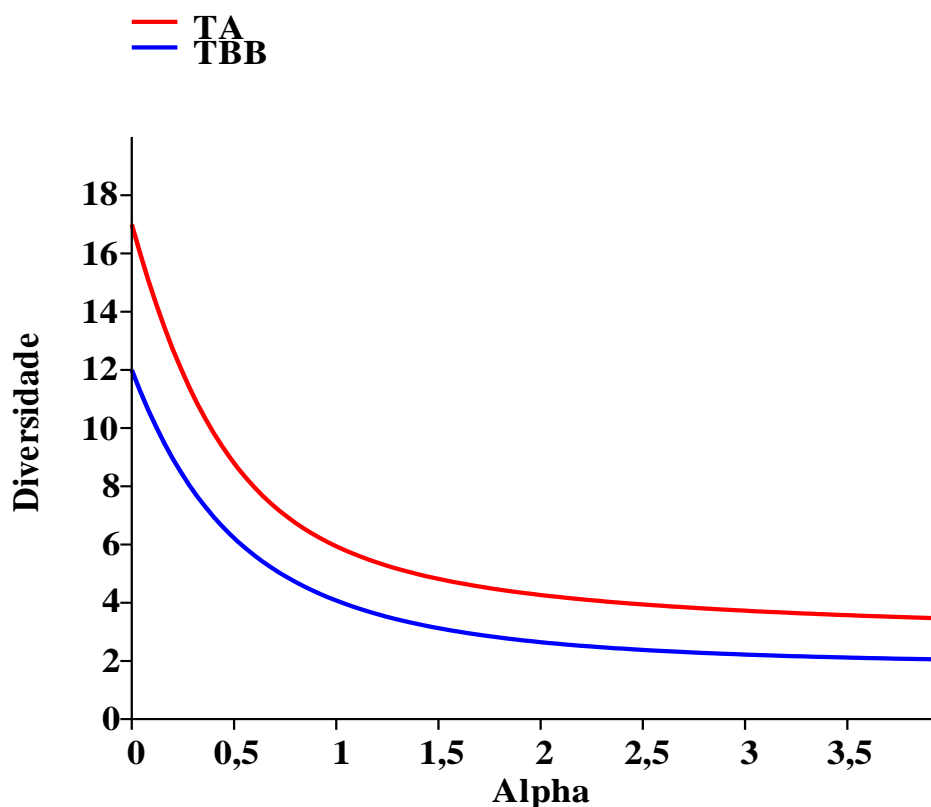


Figura 5: Perfil de diversidade para a comparação entre a diversidade dos machos de Euglossina coletados entre novembro de 2013 e agosto de 2014, nas duas trilhas no Parque Estadual de Itaúnas, ES.

#### **4.4 Comparações entre as faunas de Euglossina do Parque Estadual de Itaúnas com outras áreas**

##### **4.4.1 Comparação das riquezas das faunas de Euglossina do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outras áreas**

Na Figura 6, os primeiros 20 pontos (1-20) representam os valores de riqueza encontrados em sub-amostras de 120 indivíduos em ambientes de restinga, Mata de Tabuleiro e Mata Atlântica coletados com o uso de armadilhas, pontos 21-39 representam as mesmas fisionomias e levantamentos realizados com o método de isca ativa, três resultados principais aparecem:

(i) a maior riqueza de espécies na restinga florestal do PEI (ESTA, ponto 20) (10 espécies em 120 indivíduos) quando comparada aos demais levantamentos realizados com armadilha (pontos 1-20), entre os levantamentos considerados, e a riqueza superior à maioria dos mesmos levantamentos observada também para a restinga herbáceo-arbustiva (ESBB, ponto 18).

(ii) A baixa riqueza dos pontos 21, 22, 23, 24 e 25, que correspondem respectivamente à área de dunas litorâneas na Paraíba, manguezal na Bahia, mata em estado secundário de crescimento, cuja vegetação é de porte médio, na Paraíba, área de floresta com 1 ha cercada por pastagem sob forte pressão antrópica, na Bahia e fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, no Rio de Janeiro.

(iii) Os valores de riqueza dos levantamentos realizados em fragmentos de Floresta de Tabuleiro com maiores tamanhos e em sua maioria conservados, são consistentemente maiores que os valores encontrados para os outros levantamentos (pontos 26-39), todos acima da linha vermelha que representa a maior riqueza encontrada em ambiente de restinga (ESTA), ressaltando a metodologia utilizada.



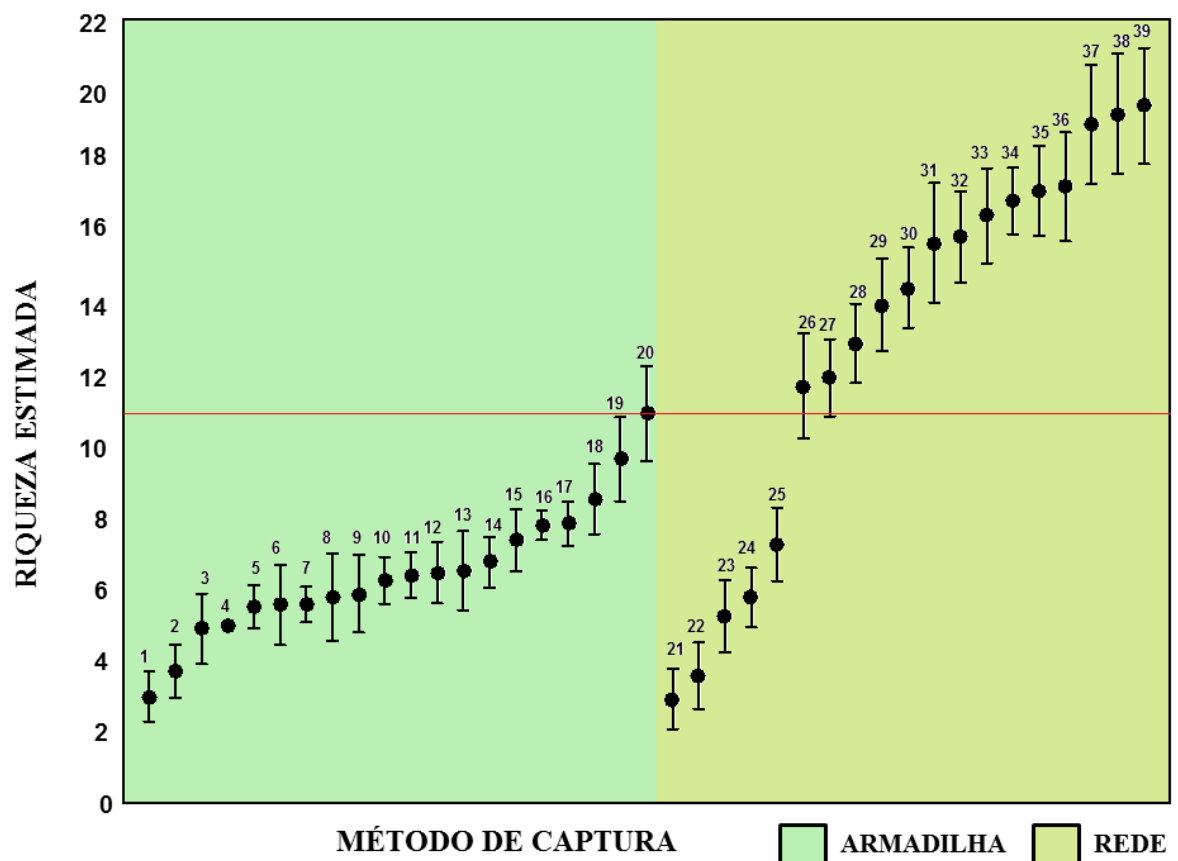


Figura 6: Representação da estimativa de riqueza de espécies em sub-amostras de 120 indivíduos nos levantamentos realizados nos diferentes locais, com o uso de rede ou armadilhas. Números ordenados de acordo com os trabalhos da Tabela 1. As barras nos pontos representam os intervalos de confiança a 95%.

#### 4.4.2 Comparação das composições das faunas de Euglossina do Parque Estadual de Itaúnas com as faunas de outros locais

A análise de NMDS sugeriu a formação de três grupos, um formado pelos levantamentos realizados em Floresta de Tabuleiro do Rio de Janeiro, na maioria das vezes em fragmentos pequenos e/ou alterados, um segundo formado pelos levantamentos do Nordeste em áreas de dunas litorâneas, restinga e Mata Atlântica em fragmentos pouco preservados, e o terceiro formado pelos levantamentos do sul da Bahia e região norte do Espírito Santo (Hileia Baiana) em fragmentos bem preservados de Floresta de Tabuleiro, com uma exceção do levantamento BAITP, realizado em fragmento de 1 ha, que ficou associado aos levantamentos do Rio de Janeiro. Os três levantamentos que permaneceram afastados dos demais nas duas dimensões do NMDS foram PBGTA e PBGTR, que foram realizados em área de transição e

Mata de Tabuleiro na Paraíba, e o levantamento BAVAL, realizado em área de mangue na Bahia.

As áreas do Parque Estadual de Itaúnas ficaram em posição intermediária, a restinga herbáceo-arbustiva (ESBB) posicionou-se mais próxima aos levantamentos do nordeste, e a restinga florestal (ESTA) ficou mais próxima aos levantamentos do sul da Bahia e norte do Espírito Santo (Figura 7).

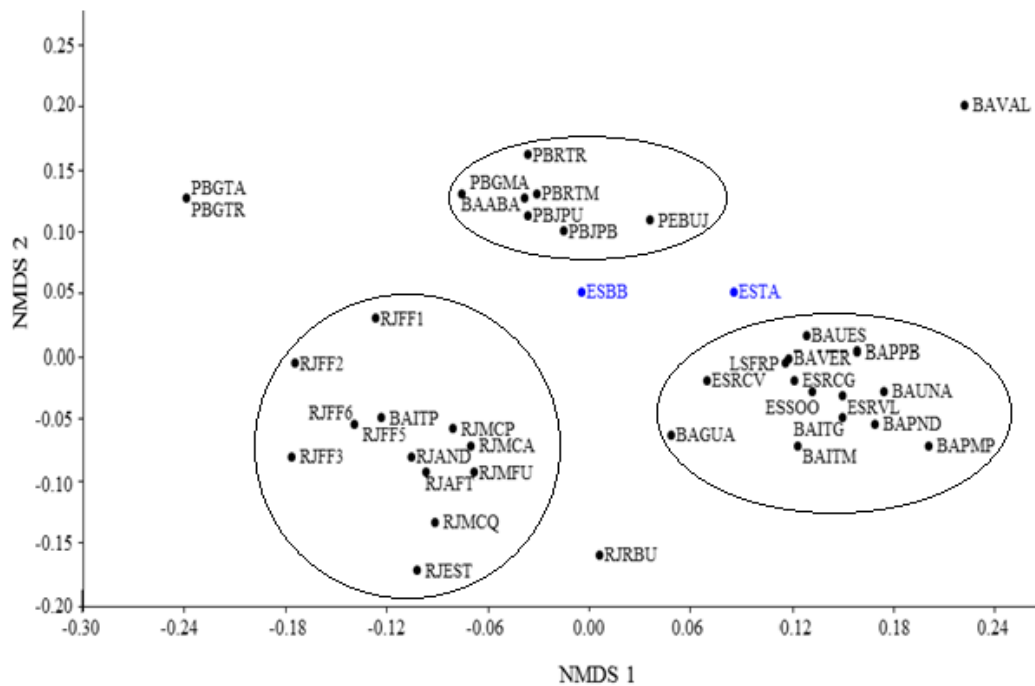


Figura 7: Gráfico da análise de ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). Stress= 0,162. Códigos de acordo com a Tabela 1.

De forma exploratória, foram realizadas análises de correlação linear de Pearson entre as variáveis (i) riqueza de espécies, (ii) abundância relativa em conjunto de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*, (iii) altitude e (iv) área do fragmento (log) com os escores das áreas para o primeiro eixo do NMDS (NMDS 1). Foram encontrados os seguintes resultados: (i) riqueza de espécies x NMDS 1:  $r = 0,918$ ;  $p = 0,000$ ; (ii) abundância relativa em conjunto de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita* x NMDS 1:  $r = -0,787$ ;  $p = 0,000$ ; (iii) altitude x NMDS 1:  $r = -0,338$ ;  $p = 0,034$ ; (iv) área do fragmento (log) x NMDS 1:  $r = 0,592$ ;  $p = 0,000$  (Figura 8).

Na abordagem de regressão múltipla, o melhor modelo para explicar o eixo 1 do NMDS incluiu quatro variáveis: riqueza de espécies, abundância relativa em conjunto de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*, altitude e área do fragmento ( $R^2 = 0,915$ ;  $F = 91,206$ ;  $p = 0$ ;  $AIC = -134,424$ ;  $CN = 3,232$ ), evidenciando a atuação de variáveis bastante distintas na ordenação das faunas dos levantamentos e sua complexidade. Com relação aos testes de efeito significativo das variáveis isoladamente (testes de inclinação da reta), os resultados foram os seguintes: (i) riqueza:  $t = 6,912$ ;  $p < 0,001$  (VIF: 3,016); (ii) abundância relativa em conjunto de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*:  $t = -4,239$ ;  $p < 0,001$  (VIF= 2,124); (iii) altitude:  $t = -3,332$ ;  $p = 0,002$  (VIF= 1,050); (iv) área do fragmento (log):  $t = 1,618$ ;  $p = 0,115$  (VIF= 1,626).

Como forma de separar o efeito das variáveis relacionadas à estrutura das assembleias (riqueza e abundância relativa em conjunto de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*) daquelas puramente ambientais (altitude e área do fragmento), realizou-se uma análise de regressão parcial com estes dois grupos de preditores. Os resultados encontrados foram os seguintes: a variância explicada apenas pelas variáveis relacionadas às assembleias foi muito maior do que aquela explicada pelas variáveis do ambiente (0,506 e 0,036, respectivamente), além da variância explicada conjuntamente por estes dois preditores (0,373). Desta forma, é possível afirmar que a riqueza de espécies e a abundância relativa em conjunto de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita* são as variáveis que mais explicam a ordenação das assembleias em NMDS 1.

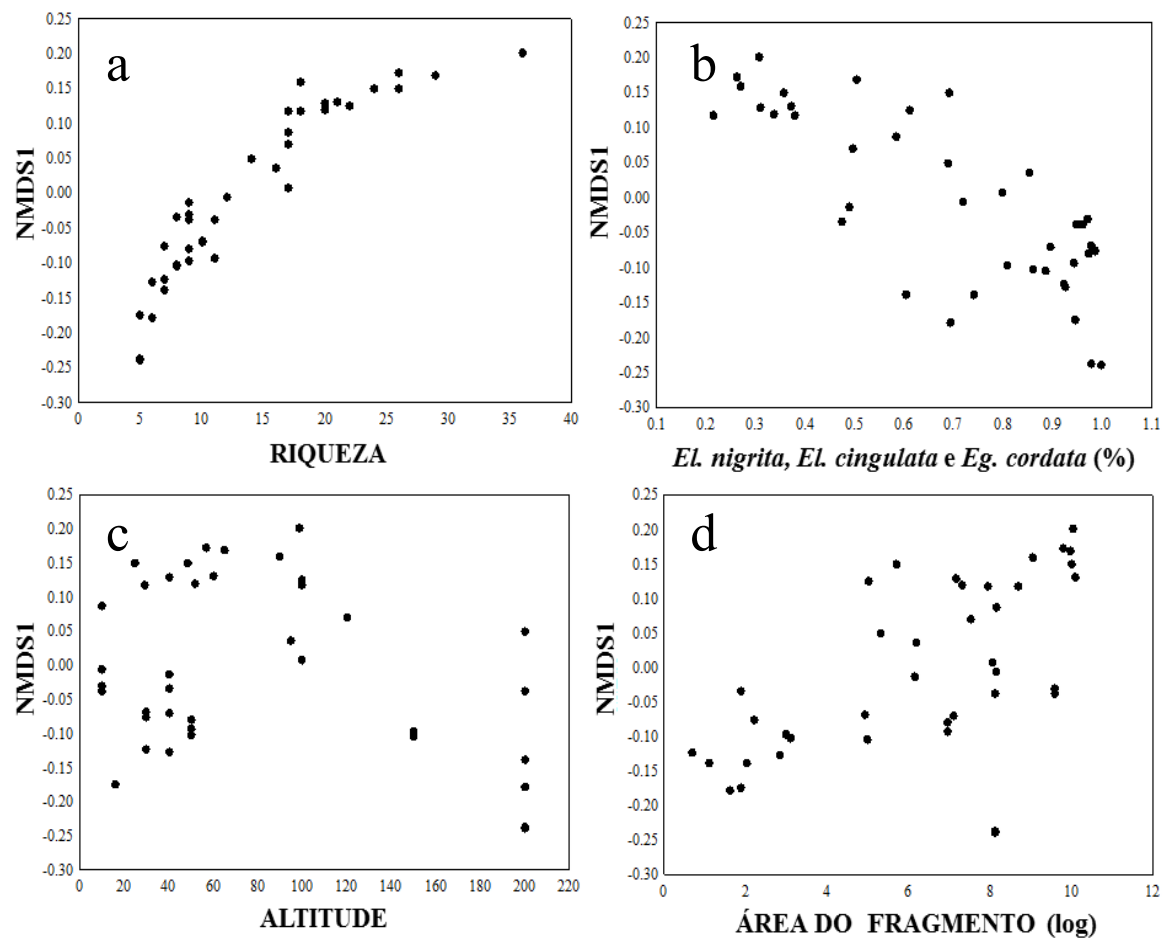


Figura 8: Correlação linear simples ( $r$ ) entre a) riqueza de espécies, b) proporção de indivíduos de *Eulaema nigrita*, *Eulaema cingulata* e *Euglossa cordata*, c) altitude, d) área do fragmento, e os escores para o primeiro eixo do NMDS (NMDS 1) dos levantamentos considerados.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 As composições, riquezas e diversidades das faunas de Euglossina em restinga herbáceo-arbustiva e florestal são diferentes?

A riqueza encontrada na restinga arbórea do PEI (17 espécies) foi a maior entre todos os levantamentos publicados que foram realizados em áreas de restinga (ou formações relacionadas), e a riqueza amostrada na restinga herbáceo-arbustiva foi a segunda maior encontrada (12 espécies), neste caso com o mesmo número de espécies inventariado em um manguezal da Bahia (Neves & Viana, 1997). Além deste estudo realizado em uma área de manguezal na Bahia, sete espécies de Euglossina foram registradas em dunas litorâneas na Bahia (Viana *et al.*, 2002), nove espécies foram registradas em uma área com vegetação secundária a 200 m da praia e sete espécies foram coletadas em uma restinga na Paraíba (Farias

*et al.*, 2008). Estes resultados são comprovados quando se observa o gráfico da análise de rarefação e faz-se a comparação dos valores de riqueza estimados para as áreas em questão.

A restinga florestal também apresentou diversidade maior que a restinga herbáceo-arbustiva, considerando tanto o índice de Shannon, quanto a análise gráfica do perfil de diversidade. A maior dominância (e consequente menor equabilidade) no ambiente da restinga herbáceo-arbustiva pode ser explicada de duas formas: (i) a relação inversa entre riqueza e dominância conhecida para alguns insetos (p. ex. Hölldobler & Wilson, 1986), tendo como base a ideia de que algumas poucas espécies dominariam a exploração dos recursos e teriam populações bem maiores; (ii) a maior dominância por algumas poucas espécies em locais com maior severidade ambiental (p. ex. Whittaker & Niering, 1975), onde a atuação de filtros ambientais poderia restringir o estabelecimento de populações estáveis de espécies menos adaptadas às condições do ambiente em questão.

Os resultados encontrados dão suporte principalmente à segunda explicação visto que, as duas restingas apresentaram similaridade quanto às espécies de maior abundância, e as maiores diferenças estiveram relacionadas à presença/ abundância de espécies raras.

Das três espécies mais abundantes nas duas áreas, duas (*Euglossa cordata* e *Eulaema nigrita*) são associadas a ambientes abertos, secos e perturbados (Neves & Viana, 1997; Tonhasca *et al.*, 2002b; Viana *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2005; Aguiar & Gaglianone 2008), hipótese que parece pertinente ao presente estudo visto que, as duas áreas ocorrem em forma de mosaicos e apresentam vegetação mais alta, mais evidente em TA, áreas abertas com vegetação herbáceo-arbustiva, área antropizada próxima, além de TBB, possivelmente, apresentar características menos favoráveis.

Aguiar *et al.*, (2014) sugerem ainda, que o comportamento de nidificação do tipo social ou comunal poderia favorecer a dominância dessas espécies em muitas das comunidades estudadas, e completam, que, no entanto, a tolerância dessas espécies à áreas perturbadas é inquestionável.

*Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita* têm sido reportadas como as mais abundantes com frequência em muitos levantamentos realizados (Peruquetti *et al.*, 1999; Viana *et al.*, 2006; Aguiar & Gaglianone, 2008; Farias *et al.*, 2008; Ramalho *et al.*, 2009; Nemésio & Silveira, 2010; Aguiar *et al.*, 2014). Aguiar *et al.*, (2014) demonstrou que *Euglossa cordata*, *Eulaema nigrita* e *Eulaema cingulata* ocuparam diferentes fragmentos de Mata Atlântica independente do tamanho, perímetro, forma e isolamento do fragmento florestal e, ainda, *Eulaema nigrita* e *Euglossa cordata* não demonstraram ser afetadas pelas matrizes de cana, pelos locais com usos múltiplos do solo e pastagem, o que de certa forma pode sugerir a

falta de exigências destas espécies, os autores ressaltaram que apesar disso, a abundância das duas espécies diminuiu com o afastamento do fragmento.

No Parque Estadual de Itaúnas, *Euglossa cordata* foi a mais abundante em TBB e em TA. Faria (2005) sugere que *Euglossa cordata* seja uma espécie com alta plasticidade uma vez que, pode ser dominante tanto em áreas abertas, quanto em áreas florestais. Possivelmente a abundância de *Euglossa cordata* no PEI deve estar relacionada a essa plasticidade.

A segunda espécie mais abundante nas duas áreas foi *Eulaema atleticana*, sendo mais abundante em TA. Segundo Nemésio (2009), essa espécie é endêmica da Mata Atlântica, não parece ser rara onde ocorre, (o que foi observado nas duas áreas), é restrita a áreas florestais do litoral de alguns Estados do Nordeste e áreas costeiras do Espírito Santo e Rio de Janeiro e o habitat ao qual está associada está sob forte pressão antrópica.

*Euglossa fimbriata* foi a quarta espécie mais abundante nas duas áreas. Esta espécie foi a mais abundante em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, circundado por plantações e com algum grau de alteração, no Paraná (Sofia & Suzuki, 2004), e foi a segunda mais abundante em levantamento realizado por Nemésio & Faria (2004) em diferentes fisionomias de Cerrado, o que sugere que esta espécie não seja dependente de ambientes estritamente florestais.

Para *Euglossa ignita* foi observada maior abundância em TA. Segundo Nemésio (2009) é uma espécie relativamente comum ao longo de sua distribuição geográfica na Mata Atlântica (Paraíba a São Paulo). No Rio de Janeiro, Ramalho *et al.*, (2009) registraram a presença de 39 indivíduos de *Euglossa ignita* em área de Floresta Ombrófila Densa de baixada e submontana em fragmento bem preservado e em contrapartida, Farias *et al.*, (2008) amostraram um indivíduo em mata em estado secundário de crescimento, cuja vegetação é de porte médio, na Paraíba.

Nemésio & Silveira (2006) testando o efeito de borda em fragmento de Floresta Semidecidual, em Minas Gerais, relataram que *Euglossa securigera* foi a espécie mais abundante na borda do fragmento. Esta espécie foi também a mais abundante em pequenos fragmentos (2 a 7,6 ha) de Floresta Semidecidual, circundados por pastos e plantações no Rio de Janeiro (Aguiar & Gaglianone, 2012). *Euglossa securigera* foi coletada em várias áreas de cerrado (Faria, 2005), o que faz acreditar que se trata de uma espécie comum a áreas abertas. No PEI, *Euglossa securigera* foi mais abundante em TBB, mesmo que com poucos indivíduos. Suas populações não são caracterizadas por muitos indivíduos e não se sabe se este é um padrão natural ou se os machos não são fortemente atraídos pelos compostos utilizados (Nemésio, 2009).

No PEI, entretanto, parece ter havido uma associação entre o número de indivíduos de *Exaerete smaragdina* parasita de ninhos de *Eulaema* e *Eufriesea*, e a abundância de seus hospedeiros, haja vista, a espécie ser mais abundante em TA, área que apresentou maior número de indivíduos de *Eulaema* e de *Eufriesea*. Com relação aos hábitos destas espécies, Morato (1994) relatou que *Exaerete smaragdina* e *Exaerete frontalis* foram mais sensíveis a áreas abertas e menos sensíveis à borda.

*Euglossa avicula* ocorre em Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo, e foi originalmente descrita para matas de Linhares e Conceição da Barra, ES. Nemésio (2011) registrou a espécie pela primeira vez na Bahia em área bem preservada, em um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica do sul da Bahia.

*Euglossa gaianii*, coletada apenas na restinga florestal, foi amostrada por Nemésio & Silveira, (2006) em pontos distantes 2 e 4 km da borda da maior reserva de Mata Atlântica de Minas Gerais. *Euglossa avicula* e *Euglossa gaianii* foram amostradas também na Flona Rio Preto, fragmento conservado e com tamanho relativamente grande de Mata Atlântica no norte do Espírito Santo, neste mesmo local *Euglossa imperialis* foi a mais abundante. No PEI, esta espécie ocorreu nas duas áreas, mas foi mais abundante em TA. *Euglossa gaianii* foi registrada também por Aguiar & Gaglianone (2008) em área alterada pela ação de queimada, o que sugeri que essa espécie também esteja associada a ambientes mais abertos.

*Eufriesea atlantica* é espécie endêmica de zonas costeiras úmidas da Mata Atlântica, e é encontrada apenas em áreas bem preservadas (Nemésio, 2009). No PEI foi amostrada apenas na restinga florestal.

Das espécies de Euglossina coletadas em ambas as áreas, três, *Eufriesea mussitans* (Fabricius), *Eufriesea surinamensis* (Linnaeus), *Euglossa crassipunctata* Moure, foram coletadas apenas com o uso de rede entomológica enquanto sobrevoavam flores, não sendo registradas nas armadilhas. Se estas espécies forem levadas em consideração, o número de espécies em TA sobe para 20, o que deixa mais nítido a alta riqueza da área, em se tratando de uma área de restinga, e será mais bem discutido posteriormente.

Em resumo, as duas áreas do PEI foram caracterizadas (i) pela presença de espécies com alta plasticidade com relação à presença em locais com diferentes estruturas de vegetação, (ii) de espécies aparentemente associadas a ambientes abertos e/ou de borda e, no caso de TA mais especificamente, (iii) pela presença de espécies com maior associação a áreas fechadas e ambientes florestais bem preservados.

## 5.2 Estas faunas seriam mais próximas, respectivamente, as faunas de formações mais abertas ou de formações mais fechadas?

A predição original com relação a esta questão, onde se esperava que a fauna da restinga florestal se aproximasse mais de outras áreas de vegetação mais fechada enquanto, de outra forma, a fauna da restinga herbáceo-arbustiva se aproximasse de áreas mais abertas nos eixos de ordenação, não foi totalmente confirmada.

Quando se tentou explicar a ordenação dos diferentes levantamentos a partir dos seus escores para NMDS1, observou-se que variáveis relacionadas à estrutura das assembleias (a riqueza e a abundância relativa de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*) eram as principais capazes de explicar a variação entre as variáveis, considerando as variáveis utilizadas. Assim, entender o posicionamento entre ESBB e ESTA e a relação entre estes levantamentos e os demais, passa por analisar a riqueza de espécies e as espécies que aparecem nestes locais, uma vez que, a variação observada no NMDS 1 pode ser explicada tanto por um gradiente de riqueza quanto por um gradiente na variação da abundância relativa das espécies em questão.

Chama a atenção que a riqueza de espécies encontrada no PEI, em áreas de restinga, seja comparável à riqueza registrada por Tonhasca *et al.*, (2002a) e Ramalho *et al.*, (2009) na maior parte dos fragmentos de Floresta de Tabuleiro (ambientes mais florestados) estudada por estes autores no norte do Estado do Rio de Janeiro e mesmo em um grande fragmento florestal de Mata Atlântica no leste de Minas Gerais (Parque Estadual do Rio Doce; Nemésio & Silveira, 2006), o que pode ser bastante interessante dadas as diferenças entre as fisionomias. A riqueza amostrada nestas áreas de restinga é superior, inclusive, ao encontrado em algumas áreas de Mata Atlântica, em fragmentos de tamanhos consideráveis, como por exemplo, no litoral de São Paulo (Cordeiro *et al.*, 2013), litoral do Paraná (Mattozo *et al.*, 2011; Giangarelli *et al.*, 2014) bem como, em áreas litorâneas do nordeste do Brasil (Bezerra & Martins, 2001; Farias *et al.*, 2007).

A riqueza em todas as áreas citadas anteriormente, incluindo as duas de restinga, entretanto, é consideravelmente menor do que a observada em levantamentos conduzidos em grandes fragmentos da chamada “Hileia Baiana” (Nemésio 2013b, c, 2014). A Hileia Baiana, que engloba áreas do sul da Bahia e norte do Espírito Santo, é reconhecida pelos altos níveis de endemismo em vários grupos (p. ex. Thomas *et al.*, 1998, Sambuichi *et al.*, 2008), o que inclui as abelhas das orquídeas (*Eufriesea brasiliatorum* (Friese), *Euglossa cyanochlora* Moure, e *Euglossa botocuda* Faria & Melo são exemplos de espécies endêmicas à região em questão;



Nemésio, 2009; Faria & Melo, 2012). As interconexões florísticas entre estas regiões, sul da Bahia e norte do Espírito Santo, se dão principalmente pelas Florestas de Tabuleiro, formação justaposta à restinga do PEI (Pereira, 2007). Nesta região são encontradas as maiores riquezas de abelhas das orquídeas na Floresta Atlântica (Nemésio, 2011), em que pese possíveis vieses metodológicos (p. ex. Sydney *et al.*, 2010), e entre estas áreas de elevada riqueza, incluem-se a Reserva Natural Vale e a REBIO de Sooretama (Bonilla-Gómez, 1999; Nemésio, 2013a), geograficamente próximas ao PEI.

Com relação à composição das assembleias, a informação mais importante a se considerar é que absolutamente todas as espécies de Euglossina coletadas no PEI também foram coletadas em grandes fragmentos de Florestas de Tabuleiro na Hileia Baiana (p. ex. Bonilla-Gómez, 1999; Nemésio, 2011; 2012; 2013b, c; Coswosk *et al.*, em preparação), e que todas as espécies coletadas na restinga herbáceo-arbustiva também foram coletadas na restinga florestal.

Levando em conta as espécies que ocorrem nestes grandes fragmentos, na restinga florestal e, finalmente na restinga herbáceo-arbustiva, parece haver uma estruturação das assembleias bastante relacionada à tolerância das espécies a um gradiente ambiental estabelecido entre os ambientes dos grandes fragmentos (áreas mais fechadas) e os ambientes de restinga herbáceo-arbustiva (áreas mais abertas), passando pelas condições intermediárias da restinga florestal.

Como forma de embasar este padrão, nos três ambientes foram encontradas espécies bastante plásticas e tolerantes a ambientes abertos, que aparecem, inclusive, como as mais abundantes nas áreas de restinga. Neste grupo, pode-se incluir, por exemplo, *Euglossa cordata*, *Eulaema nigrita* e *Eulaema cingulata* que são encontradas com frequência em ambientes mais abertos, parecendo preferir este tipo de ambiente, e em ambientes bastante fechados e com alto grau de preservação (Neves & Viana, 1997; Tonhasca *et al.*, 2002a; Viana *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2005; Aguiar & Gaglianone, 2008). E também espécies como *Euglossa gaianii*, *Euglossa securigera*, *Euglossa fimbriata* e *Exaerete smaragdina* que também são bem plásticas com relação ao tipo de fisionomia e aparentemente não são muito dependentes de grandes áreas preservadas (Aguiar & Gaglianone, 2008). *Eulaema atleticana* e *Eulaema niveofasciata*, espécies exclusivamente atlânticas e tidas como mais associadas a ambientes florestais (Nemésio, 2009; 2011), foram encontradas em grande número também na restinga herbáceo-arbustiva, o que sugere uma maior plasticidade do que o proposto anteriormente.

Algumas espécies seriam, por outro lado, mais restritivas com relação à fisionomia, ocorrendo apenas nos grandes fragmentos e na restinga florestal, como exemplo, entre as espécies coletadas, *Eufriesea atlantica*, *Euglossa avicula* e *Euglossa iopoecila* espécies

exclusivamente atlânticas e associadas à áreas mais florestadas (Faria & Melo, 2007; Nemésio, 2009; 2011). *Exaerete frontalis*, da mesma forma, embora com uma distribuição bem mais ampla na região Neotropical, também parece relacionada a ambientes mais fechados (Nemésio, 2011; Moure *et al.*, 2012).

Finalmente, as espécies bastante seletivas que só seriam encontradas nos grandes fragmentos de Floresta de Tabuleiro da Hileia Baiana. Como exemplo aqui, *Euglossa marianae*, uma espécie razoavelmente comum em grandes fragmentos florestais próximos (p. ex. Nemésio, 2013a, Coswosk *et al.*, em preparação), além de espécies bem mais raras como *Euglossa adiastrata*, *Euglossa botocuda*, *Euglossa calycina* e *Euglossa cyanochlora* (Faria & Melo, 2012; Hinojosa-Díaz *et al.*, 2012; Nemésio *et al.*, 2012).

Em resumo, a estruturação das assembleias coletadas nas restingas parece passar por dois processos principais que atuam em sequência: (i) a alta riqueza das restingas do PEI são primeiramente resultado de o PEI estar inserido na região com o maior *pool* regional de espécies de Euglossina na Floresta Atlântica; (ii) a possível atuação de filtros ambientais que estabeleceriam um gradiente ambiental entre as áreas mais fechadas, os grandes fragmentos florestais, e as áreas mais abertas (restingas herbáceo-arbustivas), e uma perda não aleatória de elementos ao longo do gradiente (perda relacionada à maior ou menor tolerância a estes ambientes abertos).

Importante ressaltar que o tamanho dos fragmentos florestais também é uma variável que deve ser considerada, inclusive como um integrante do melhor modelo para explicar NMDS 1. Grandes fragmentos são, aparentemente, capazes de sustentar maior diversidade e abundância de abelhas Euglossina na Floresta Atlântica (Nemésio & Silveira, 2010), podendo manter espécies restritivas com relação à qualidade ambiental (Sydney *et al.*, 2010). O tamanho do fragmento também é uma variável importante quando se relaciona com a abundância relativa de *Euglossa cordata*, *Eulaema cingulata* e *Eulaema nigrita*, uma vez que a área do fragmento parece ser um bom preditor da abundância relativa destas espécies nos levantamentos em Floresta de Tabuleiro (Faria *et al.*, 2015). Este tipo de estruturação de assembleias, onde as espécies presentes nas faunas mais pobres representam subconjuntos das espécies de áreas mais ricas em espécies, é conhecido como aninhamento (Atmar & Patterson, 1993; Ulrich *et al.*, 2009). Além do discutido acima, em um contexto um pouco mais específico das faunas das restingas, este tipo de estruturação também pode ser utilizado para entender a ordenação dos levantamentos utilizados na análise de NMDS como um todo, visto que, a riqueza explica de forma significativa os escores dos levantamentos, além das espécies coletadas nas áreas mais

pobres serem em sua maioria subconjuntos das espécies coletadas nos grandes fragmentos de Floresta de Tabuleiro.

Assumem-se quatro processos principais como promotores de aninhamento nas assembleias de organismos de distintos táxons: (i) extinção seletiva, (ii) imigração seletiva, (iii) aninhamento de habitats e (iv) *passive sampling* (Moore & Swihart, 2007; Ulrich *et al.*, 2009).

Em locais submetidos à fragmentação, o principal processo modelador de distribuição das espécies é a extinção seletiva (Lawlor, 1986). Se o processo de fragmentação da Mata Atlântica, das Florestas de Tabuleiro, e particularmente do Espírito Santo forem levados em consideração, parece relevante pensar em extinção seletiva como fator importante na estruturação das assembleias de Euglossina destes locais. Nestes ambientes fragmentados as espécies presentes nas porções originais podem se extinguir após o isolamento, em função das suas características populacionais e sua sensibilidade às alterações (Butaye *et al.*, 2001). A extinção seletiva está entre as hipóteses que têm sido propostas para explicar padrões de distribuição de espécies aninhadas. Wang *et al.*, (2010) avaliaram se os mecanismos que influenciam aninhamento diferem entre grupos taxonômicos, utilizaram como modelos aves, lagartos e pequenos mamíferos de uma ilha. Segundo os autores a extinção seletiva foi plausível para explicar o aninhamento porque as espécies com exigências de grandes áreas, alta especificidade de habitat e pequena densidade populacional têm riscos maiores de extinção e serão extintas primeiramente. Os autores concluíram que a extinção seletiva foi o principal impulsionar de aninhamento para a comunidade de aves e de pequenos mamíferos.

Neste sentido, é razoável considerar que muitas espécies de Euglossina necessitam de grandes áreas preservadas, apresentando especificidade de habitat, e, em alguns casos, pequenas populações. Pode-se usar o exemplo de *Euglossa adiastrata*, espécie associada a grandes fragmentos florestais na Hileia Baiana (Nemésio, 2011; Nemésio, 2013d), e que não foi coletada em pequenos fragmentos da região (Nemésio, 2013c). A extinção seletiva também parece razoável, mesmo para espécies com populações grandes nos locais onde ocorrem. Nemésio (2013a) relata a possibilidade da espécie *Euglossa marianae* ter sofrido um declínio de aproximadamente 50% no tamanho da sua população em 12 anos na Reserva Natural da Vale, sugerindo que esta mesma espécie pode ter declinado à extinção em cerca de 50 anos em fragmentos menores do norte do Espírito Santo, um fato que também pode ser pensado para outras espécies. Além da perda de hábitat em si, que poderia levar à extinção sequencial de espécies mais e menos restritivas a características do ambiente, o mesmo autor destaca que interações entre as espécies de Euglossina também possam ser relevantes. Também como fruto da fragmentação, *Euglossa cordata*, espécie abundante em muitos levantamentos (Viana *et al.*,

2002; Souza *et al.*, 2005; Farias *et al.*, 2008; Ramalho *et al.*, 2009) poderia se tornar mais abundante nos fragmentos e exercer pressão negativa sobre as populações de *Euglossa marianae*, via interações competitivas (ver Nemésio, 2013a).

A migração seletiva também pode ser um importante promotor de aninhamento nas assembleias de Euglossina, considerando a ampla capacidade de voo destes organismos (Janzen, 1971) e a diferença na permeabilidade de uma mesma matriz para as espécies do grupo (Powell & Powell, 1987; Raw, 1989; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2005). Em ambientes fragmentados, a colonização/ recolonização das áreas estaria diretamente ligada à permeabilidade da matriz para os diferentes organismos, gerando padrões diferenciais de ocupação de manchas e consequente aninhamento (p. ex. Wang *et al.*, 2010). E este processo pode ser particularmente importante na exploração de ambientes abertos por organismos primariamente florestais, como é o caso observado no presente estudo, onde apenas as espécies mais plásticas, por exemplo, *Euglossa cordata*, seriam capazes de explorar ambientes mais severos, como as dunas (ver Hylander *et al.*, 2005).

A questão do aninhamento de habitats também não pode ser descartada *a priori*. Quando se considera que os machos de Euglossina são organismos dependentes de um recurso específico (os compostos aromáticos), a oferta destes recursos é questão central na ocorrência das espécies nos diferentes locais. É bastante plausível especular que a ocorrência de fontes de compostos específicos seja o que permite a ocorrência de espécies altamente especializadas em grandes fragmentos florestais. Da mesma forma, seria possível a ocorrência de aninhamento na disponibilidade de recursos para nidificação, uma vez que, algumas espécies parecem bem restritivas na seleção destes locais (ver Ramírez *et al.*, 2002). Neste caso, se ambientes mais pobres oferecessem um subconjunto dos recursos oferecidos em ambientes mais ricos, seria possível esperar aninhamento nas espécies que os exploram. Estas hipóteses, entretanto, carecem de ser testadas em campo.

Outra questão que pode ser considerada para explicar padrões de distribuição de espécies aninhadas é a *passive sample*, que poderia gerar aninhamento como um artefato de eventos estocásticos já que, as espécies raras são menos susceptíveis de serem amostradas numa dada área do que as espécies comuns (Wang, *et al.*, 2010). Nesta linha de argumentação, duas coisas devem ser consideradas no caso específico das assembleias de Euglossina: (i) a estrutura das assembleias de Euglossina, da mesma forma que na maior parte dos organismos tropicais, é caracterizada pela ocorrência de algumas espécies bastante raras (Nemésio, 2007); (ii) o viés metodológico não pode ser desconsiderado, principalmente no caso de coletas com armadilhas

em locais onde ocorrem espécies raras de *Euglossa*, principalmente as de tamanho de corpo reduzido (Faria *et al.*, 2015).

Considerando o histórico de intensa fragmentação das áreas comparadas no presente estudo, a severidade ambiental de algumas destas áreas, e os conhecimentos bionômicos acerca de respostas diferenciadas destas espécies à fragmentação, incluindo restrições ao tamanho do fragmento e permeabilidade diferencial das matrizes, parece razoável sugerir que a extinção e a migração diferencial sejam os principais promotores de aninhamento. Importante ressaltar ainda, que as espécies consideradas no presente estudo (sua maioria, pelo menos) parecem ter uma história biogeográfica comum, além de o problema envolver um mesmo *pool* de espécies, fatores assumidos como essenciais para o desenvolvimento de aninhamento (Wang *et al.*, 2010).

## 6 CONCLUSÕES

- (i) como esperado, a diversidade e a riqueza foram maiores na restinga florestal;
- (ii) as duas áreas foram caracterizadas pela presença de espécies com alta plasticidade com relação à presença em locais com diferentes estruturas de vegetação, espécies aparentemente associadas a ambientes abertos e/ou de borda e, no caso da restinga florestal foi caracterizada pela presença de espécies com maior associação a áreas fechadas e ambientes florestais bem preservados;
- (iii) a predição original de que a fauna da restinga florestal fosse mais próxima a de outras áreas de vegetação mais fechada enquanto, a fauna da restinga herbáceo-arbustiva fosse mais próxima de áreas mais abertas não foi totalmente confirmada;
- (iv) o PEI está inserido na região com o maior *pool* regional de espécies de Euglossina na Floresta Atlântica, o que parece exercer influência sobre os valores de riqueza observados nas duas áreas.
- (v) a estruturação das assembleias que ocorrem na restinga parece passar pela atuação de filtros ambientais que estabeleceriam um gradiente ambiental entre as áreas mais fechadas, os grandes fragmentos florestais, e as áreas mais abertas (restingas herbáceo-arbustivas), e uma perda não aleatória de elementos ao longo do gradiente, que seria uma perda relacionada à maior ou menor tolerância a estes ambientes abertos.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, W.M. & GAGLIANONE. Comunidade de Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Remanescentes de Mata Estacional Semidecidual sobre Tabuleiro no Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 118-125, 2008.
- AGUIAR, W.M. & GAGLIANONE, M.C. Euglossine bee communities in small forest fragments of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 210-219, 2012.
- AGUIAR, W.M.; MELO, G.A.R. & GAGLIANONE, M.C. Does Forest Physiognomy affect the Structure of Orchid Bee (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) Communities? A Study in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil. **Sociobiology**, v. 61, n. 1, p. 68-77, 2014.
- ATMAR, W. & PATTERSON, B.D. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. **Oecologia**, v. 96, p. 373–382, 1993
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. **Ong Mamiraua**, Belém, Pará, 2007.
- BECKER, P.; MOURE, J.S. & PERALTA, F.J.A. More about euglossine bees in Amazonian Forest fragments. **Biotropica**, v. 23, p. 586-591, 1991.
- BEZERRA, C.P. & MARTINS, C.F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.
- BONILLA-GÓMEZ, M.A. **Caracterização da Estrutura Espaço-temporal da Comunidade de Abelhas Euglossinas (Hymenoptera, Apidae) na Hiléia Bahiana**. 1999. 153 p. Tese (Doutorado) - Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. Model selection and multimodel inference: a practical informationtheoretic approach. **Springer**, New York, 2002.
- BUTAYE, J.; JACQUEMYN, H. & HERMY, M. Differential colonization causing nonrandom forest plant community structure in a fragmented agricultural landscape. **Ecography**, v. 24, p. 369-380, 2001.
- CAMERON, S.A. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees. **Annual Review of Entomology**, v. 49, p.377-404, 2004.
- CAMPOS, L.A.O.; SILVEIRA, F.A.; OLIVEIRA, M.L.; ABRANTES, C.V.M.; MORATO, E.F. & MELO, G.A.R. Utilização de armadilhas para a captura de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, p. 621–626, 1989

- CORDEIRO, G.D.; BOFF, S.; CAETANO, T.A.; FERNANDES, P.C. & ALVES-DOS-SANTOS, I. Euglossine bees (Apidae) in Atlantic forest areas of São Paulo State, southeastern Brazil. **Apidologie**, v. 44, p. 254-267, 2013.
- DODSON, C.H.; DRESSLER, R.L.; HILLS, H.G.; ADAMS, R.M. & WILLIAMS, N.H. Biologically active compounds in orchid fragrances. **Science**, v. 164, p.1243-1249, 1969.
- ELTZ, T.; WHITTEN, W.M.; ROUBIK, D.W. & LINSÉNMAIR, K.E.. Fragrance collection, storage and accumulation by individual male orchid bees. **Journal of Chemical Ecology**, v. 25, p. 157-176, 1999.
- FARIA, L.R.R. **Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em áreas de Cerrado s.s. e mata ciliar em Brasilândia de Minas, MG, com uma discussão sobre a biogeografia do grupo no Cerrado**. 2005, 92 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da vida silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- FARIA, L.R.R. & MELO, G.A.R. Species of *Euglossa* (*Glossura*) in the Brazilian Atlantic forest, with taxonomic notes on *Euglossa stellfeldi* Moure (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 275–284, 2007.
- FARIA, L.R.R. & MELO, G.A.R. Species of *Euglossa* of the  *analis*  group in the Atlantic Forest (Hymenoptera, Apidae). **Zoologia**, v. 29, n. 4, p. 349-374, 2012.
- FARIA, L.R.R.; SYDNEY, N.V. & GONÇALVES, R.B. How Brazilian researchers have been sampling orchid bees?. In: Aguiar, A.J.C.; Gonçalves, R.B.; Ramos, K.S. (Org.). **Ensaio sobre as abelhas da região neotropical: homenagem aos 80 anos de Danúncia Urban**. 1ed.Curitiba: Editora UFPR, 2015, v. 1, p. 313-352.
- FARIAS, R.C.A.P.; MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEREIRA-PEIXOTO, M.H. & MARTINS, C.F. Horário de atividade de machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) e preferência por fragrâncias artificiais em mata e dunas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 863-867, 2007.
- FARIAS, R.C.A.P.; MADEIRA-DA-SILVA, M.C.; PEREIRA-PEIXOTO, M.H. & MARTINS, C.F. Composição e Sazonalidade de Espécies de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Mata e Duna na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotropical Entomology**, v.37, n. 3, p. 253-258, 2008.
- GIANGARELLI, D.C.; AGUIAR, W.M. & SOFIA, S.H. Orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) assemblages from three different threatened phytophysiognomies of the subtropical Brazilian Atlantic Forest. **Apidologie**, 2014.

- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, 2001. Disponível em: < [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).>
- HINOJOSA-DÍAZ, I.A.; GONZALEZ, V.H.; AYALA, R.; MÉRIDA, J.; SAGOT, P. & ENGEL, M.S. New orchid and leaf-cutter bee gynandromorphs, with an updated review (Hymenoptera, Apoidea). **Zoosystematics and Evolution**. v. 88, p. 205–214, 2012.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O. Ecology and behavior of the Neotropical cryptobiotic ant *Basicerus manni* (Hymenoptera: Formicidae: Basicerotini). **Insects Soc.**, v. 33, p. 70-84, 1986.
- HYLANDER, K.; NILSSON, C.; JONSSON, B.; GUNNAR & GÖTHNER, T. Differences in habitat quality explain nestedness in a land snail meta-community. **Oikos**, v. 18, p. 351-361, 2005
- JANZEN, D.H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, v. 171, p. 203-205, 1971.
- KOELLNER, T.; HERSPERGER, A.M. & WOHLGEMUTH, T. Rarefaction method for assessing plant diversity on a regional scale. **Ecography**, v. 27, p. 532–544, 2004.
- LAWLOR, T.E. Comparative biogeography of mammals on islands. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 28, p. 99-125, 1986.
- LAZARIDIS, A. A note regarding the condition number: the case of spurious and latent multicollinearity. **Qual. Quant.** v. 41, p. 123–135, 2007.
- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. **John Wiley & Sons**, New York, 337 p, 1988.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988, 179 p.
- MAGURRAN, A.E. **Medindo a diversidade biológica**. (1995). Tradução: Dana Moiana Viana. Curitiba, Editora UFPR, p. 261, 2013.
- MASON, R.L.; GUNST, R.F. & HESS, J.L. Statistical design and analysis of experiments: applications to engineering and science. **Wiley**, New York, 1989.
- MATTOZO, V.C.; FARIA, L.R.R. & MELO, G.A.R. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in the coastal forests of southern Brazil: diversity, efficiency of sampling methods and comparison with other Atlantic forest surveys. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 51, n.33 p. 505-515, 2011.
- MELO, A. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v.8, n.3, p. 21-27, 2008.



- MICHENER, C. D. **Bees of the World**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA. 913 p., 2000.
- MINCHIN, P.R. An evaluation of relative robustness of techniques for ecological ordinations. **Vegetation**, v. 69, p.89-107, 1987.
- MILET-PINHEIRO, P. & SCHLINDWEIN, C. Do euglossine males (Apidae, Euglossini) leave tropical rainforest to collect fragrances in sugarcane monoculture? **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 853-858, 2005.
- MOORE, J.E & SWIHART, R.K. Toward ecologically explicit null models of nestedness. – **Oecologia**, v. 152, p. 763-777, 2007
- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.A.O. & MOURE, J.S. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36, p. 767-771, 1992.
- MORATO, E.F. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Zoologia, v. 10, n. 1, p. 95-105, 1994.
- MOURE, J.S. A check-list of the known euglossine bees (Hymenoptera: Apidae). Atlas Simp. **Biota Amazônica** (Zool.), v. 5, p. 395-415, 1967.
- MOURE, J.S.; MELO, G.A.R. & FARIA, L.R.R. 2012. Euglossini Latreille, 1802. In MOURE, J. S., URBAN, D. & MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. Disponível em: <  
<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>> Acesso em: 12 nov. 2014.
- NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. **Zootaxa**, v. 2041, p. 1–242, 2009.
- NEMÉSIO, A. *Euglossa marianae* sp. n. (Hymenoptera: Apidae): a new orchid bee from the Brazilian Atlantic Forest and the possible first documented local extinction of a forest-dependent orchid bee. **Zootaxa**, v. 2892, p. 69-68, 2011.
- NEMÉSIO, A. The western limits of the “Hileia Baiana” for orchid bees, including seven new records for the state of Minas Gerais, eastern Brazil. **Spixiana**, v. 35, n. 1, p. 109-116, 2012.
- NEMÉSIO, A. Are orchid bees at risk? First comparative survey suggests declining populations of forest-dependent species. **Brazilian Journal Biology**, v. 73, n. 2, p. 367-374, 2013a.
- NEMÉSIO, A. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of ‘Reserva Biológica de Una’, a hotspot in the Atlantic Forest of southern Bahia, eastern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 73, n. 2, p. 347-352, 2013b.

- NEMÉSIO, A. The orchid-bee faunas (Hymenoptera: Apidae) of ‘Parque Nacional do Monte Pascoal’, ‘Parque Nacional do Descobrimento’ and three other Atlantic Forest remnants in southern Bahia, eastern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 73, n. 2, p. 437-446, 2013c.
- NEMÉSIO, A. The orchid-bee faunas (Hymenoptera: Apidae) of two Atlantic Forest remnants in southern Bahia, eastern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v.73, n. 2, p. 375-381, 2013d.
- NEMÉSIO, A. The orchid-bee faunas (Hymenoptera: Apidae) of ‘Reserva Ecológica Michelin’, ‘RPPN Serra Bonita’ and one Atlantic Forest remnant in the state of Bahia, Brazil, with new geographic records. **Brazilian Journal Biology**, v. 74, n.. 1, p. 16-22, 2014.
- NEMÉSIO, A.; CERANTOLA, N.C.M.; SILVEIRA, F.A. & DEL LAMA, M.A. Searching for *Euglossa cyanochlora* Moure, 1996 (Hymenoptera: Apidae), one of the rarest bees in the world. **J Insect Conserv**, 2012.
- NEMÉSIO, A. & FARIA, L.R.R. First assessment of orchid bee fauna (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina) of Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. **Lundiana**, n. 5, p. 113-117, 2004
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. **Lundiana**, v. 7, p. 59–64, 2006.
- NEMÉSIO, A. & RASMUSSEN, C. Taxonomic issues in the orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossina), and an updated catalogue. **Zootaxa**, v. 3006, p. 1-42, 2011.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 313–323, 2006.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. Diversity and distribution of orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) with a revised checklist of their species. **Neotropical Entomology**, v. 36, 874–888, 2007.
- NEMÉSIO, A. & SILVEIRA, F.A. 2010. Forest fragments with larger core areas better sustain diverse orchid bee faunas (Hymenoptera: Apidae: Euglossina). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 555-561.
- NEVES, E.L. das & VIANA, B.F. Inventário da fauna de Euglossine (Hymenoptera, Apidae) do baixo sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 831-837, 1997.
- O'BRIEN, R.M. A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. **Qual. Quant.** v. 41, p. 673–690, 2007.

- PEARSON, D.L. & DRESSLER, R.L. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Perú. **Journal of Tropical Ecology**, v. 1, p. 37-54, 1985.
- PEREIRA, J.O. Diversidade e conservação das restingas do Espírito Santo. In: In: MENEZES, L.F.T.; PIRES, F.R. & O.J. PEREIRA (Orgs.). **Ecossistemas costeiros do Espírito Santo. Conservação e Restauração**. Ed. Edufes. p. 33-49, 2007.
- PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O.; COELHO, C.D.P.; ABRANTES, C.V.M. & LISBOA, L.C.V. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de mata atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 101-118, 1999.
- POWELL, A. & POWELL, N.V. Population dynamics of male euglossine bees in amazonian forest fragments. **Biotropica**, v. 1, n. 2, p. 176-179, 1987.
- RAMALHO, A.V. **Comunidades de abelhas Euglossini (Hymenoptera; Apidae) em remanescentes de Mata Atlântica na bacia do Rio São João, RJ**. 2006. 73p Dissertação (Mestrado em Ecologia de Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.
- RAMALHO, A.V.; GAGLIANONE, M.C. & OLIVEIRA, M.L. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 95-101, 2009.
- RAMIREZ, S.; DRESSLER, R.L. & OSPINA, M. Abejas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) de la región neotropical: Listado de especies con nota sobre su biología. **Biota Columbia**, v. 3, p. 7-118, 2002.
- RANGEL, T.F.; DINIZ-FILHO, J.A.F. & BINI, L.M. SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology. **Ecography**, v. 33, p. 46-50, 2010.
- RAW, A. The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet Forest. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, p. 103-107, 1989.
- REBÊLO, J.M.M. **História natural das euglossíneas, as abelhas das orquídeas**. São Luís: Lithograf. 152 p. 2001.
- REBÊLO, J.M.M. & MOURE, J.S. As espécies de *Euglossa* Latreille do nordeste de São Paulo (Apidae, Euglossinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, p. 445-466, 1996.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: Aspectos sociológicos e florísticos**, v.2. Hucitec / Edusp, São Paulo. 374p. 1979.
- SAMBUICHI, R.H.R.; OLIVEIRA, R.M.; THÉVENIN, J.M.R.; JESUS JUNIOR, C.P.; OLIVEIRA, R.L. & PELIÇÃO, M.C. Status de conservação de dez árvores endêmicas da Floresta Atlântica do sul da Bahia - Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 6, p. 90-108, 2008.

- SILVA, F.S. & REBÊLO, J.M.M. Distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 389-401, 1999.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R. & ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas Brasileiras – Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, 253 p. 2002.
- SINGER, R.B. **Orquídeas brasileiras e abelhas**. 2004. Disponível em: <http://www.webbee.org.br/singer/01.htm>. Acesso em: 22/11/2014.
- SOFIA, S.H. & SUZUKI, K.M. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Fragmentos florestais no Sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 693-702, 2004.
- SOUZA, A.K.P. de; HERNÁNDEZ, M.I.M. & MARTINS, C.F. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 320-325, 2005.
- STATSOFT. **Statistica**: data analysis software system. Version 7. 2004. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acesso em: 20 dez. 2014.
- SYDNEY, N.V.; GONÇALVES, R.B. & FARIA, L.R.R. Padrões espaciais na distribuição de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) da Região Neotropical. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 50, n. 43, p. 667-669, 2010.
- THOMAS, W.W.; CARVALHO, A.M.; AMORIM, A.M.A.; GARRISON, J. & ABERLÁEZ, A.L. Plant endemism in two forests in southern Bahia. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 311-322, 1998.
- TONHASCA, A.; BLACKMER, J.L. & ALBUQUERQUE, G.S. Abundance and diversity of euglossina bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 34, p. 416-422, 2002a.
- TONHASCA, A.; BLACKMER, J.L. & ALBUQUERQUE, G.S. Within-habitat heterogeneity of euglossine bee populations: a re-evaluation of the evidence. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 929-933, 2002b.
- TÓTHMÉRÉSZ, B. Comparison of different methods for diversity ordering. **Journal of Vegetation Science**, v. 6, n. 2, p. 283-290, 1995.
- ULRICH, B.; BUERHAUS, P.; DONELAN, K.; NORMAN, L. & DITTUS, R. Magnet status and registered nurse views of the work environment and nursing as a career. **Journal of Nursing Administration**, v. 39, n. 7/8, 54-62, 2009.
- VIANA, B.F.; MELO, A.M.C. & DRUMOND, P.D. Variação na estrutura do hábitat afetando a composição de abelhas e vespas solitárias em remanescentes florestais urbanos de Mata

- Atlântica no nordeste do Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 6, n. 4, p. 282-295, 2006.
- VIANA, F.V.; KLEINERT, A.M.P. & NEVES, E.L. das. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 4, p. 539-545, 2002.
- WANG, Y.; BAO, Y.; YU, M.; XU, G. & DING, P. Nestedness for different reasons: the distributions of birds, lizards and small mammals on islands of an inundated lake. **Diversity and distributions**, v. 16, p. 862-873, 2010.
- WARTON, D.I. & HUI, F.K.C. The arcsin is asinine: the analysis of proportions in ecology. **Ecology**, v. 92, p. 3–10, 2011.
- WHITTAKER, R.H. Dominance and diversity in land plant communities. **Science**, v. 147, p. 250–260, 1965.
- WHITTAKER, R.H. & NIERING, W.A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. Biomass, Production, and Diversity along the Elevation Gradient. **Ecology**, n. 56, p. 771–790, 1975.
- WITTMANN, D.; HOFFMANN, M. & SCHOLZ, E. Distributional limits of Euglossine bees in Brazil habitats of the atlantic- and subtropical rain forest (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Entomologia Generalis**, v. 14, n. 1, p. 53-60, 1988.
- ZAR, J.H. **Bioestatistical analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1999.

